БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

ТОМ XXIII

1

НАРКОМЗДРАВ СССР — УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ НАРКОМПРОСА РСФСР

БИОМЕДГИЗ — ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

МОСКВА 1938 ЛЕНИНГРАД

Ботанический Журнал СССР т. 23 (1938) № 1

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Е. В. Бобко и В. В. Церлинг. Влияние бора на репродуктивное развитие растений (с 3 рис.) 3

М. М. Мазаева. К вопросу о действии бора на растение (с 2 рис.) . 12

Н. Слудский и И. Буверт. Болезнь „шютте“ (опадение хвои) . . 23

Н. И. Рубцов. Заметка о новой форме осины из Заилийского Алатау 25

Н. В. Дылис. О северной границе сибирской лиственницы (*Larix sibirica* Ledb.) в пределах европейской части СССР (с 1 картой) 26

II. ОБЗОРЫ

Л. А. Иванов. О применении искусственных источников света для культуры растений 33

III. МАТЕРИАЛЫ К ИСТОРИИ БОТАНИКИ В СССР

С. Ю. Липшиц. Переписка Августина-Пирама (отца) и Альфонса (сына) Декандоллей с русскими учеными 61

IV. РЕФЕРАТЫ 70

Journal Botanique de l'URSS Tome 23 (1938) No 1

SOMMAIRE

Page

I. ARTICLES ORIGINAUX

E. V. Bobko and V. V. Zerling. The effect of boron on reproduction in plants (with 3 fig.) 11

M. M. Mazayeva. On the effect of boron upon plants (with 2 fig.) . . . 21

N. Sloudski et I. Bouvert. La maladie „Schütte“ (chute des aiguilles) (en russe) 23

N. I. Roubtzov. Note sur une nouvelle forme du tremble de l'Asie Centrale (Alatau Transiliensis) (en russe) 25

N. V. Dylis. On the northern limit of the Siberian larch within the European part of the USSR (avec 1 carte) 32

II. REVUES

L. A. Ivanov. Application de sources artificielles de lumière dans la culture des plantes (en russe) 33

II. MATERIAUX POUR L'HISTOIRE DE BOTANIQUE à L'URSS

S. J. Lipschitz. Correspondance d'Augustin-Pyrame (père) et Alphonse (fils) de Candolle avec des savants russes 61

IV. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 71

БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS

ОТВ. РЕДАКТОР АКАДЕМИК *В. Л. КОМАРОВ*
ЗАМ. ОТВ. РЕДАКТОРА *Н. А. БУШ*
ОТВ. СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИИ *Е. И. ШТЕЙНБЕРГ*

ТОМ XXIII

1

НАРКОМЗДРАВ СССР — УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ НАРКОМПРОСА СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
БИОЛОГИЧЕСКОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1938

РЕДАКЦИЯ:

ОТВ. РЕДАКТОР АКАД. В. Л. КОМАРОВ

В. В. АЛЕХИН, Г. Г. БОССЕ (Москва), Н. А. БУШ (зам. отв. редактора), Н. Н. ВОРОНИХИН, Л. А. ИВАНОВ, Л. И. КУРСАНОВ (Москва), Г. А. ЛЕВИТСКИЙ, акад. В. Н. ЛЮБИМЕНКО, акад А. А. РИХТЕР, В. Н. СУКАЧЕВ, В. А. ТРАНШЕЛЬ, А. П. ШЕННИКОВ, Е. И. ШТЕЙНБЕРГ (ответств. секретарь)

Е. В. БОБКО и В. В. ЦЕРЛИНГ

Влияние бора на репродуктивное развитие растений

С 3 рисунками

Из Всесоюзного Научно-исследовательского института удобрений, агротехники и агропочвоведения (ВИУАА). Москва.

(Получено 27/X 1937)

Как было показано прежними нашими работами (1, 2), в растении значительные количества бора скопляются в тех его частях, которые непосредственно связаны с процессом оплодотворения, а именно в рыльцах. Тогда это было установлено для цветов яблони. Анализируя другие растения, мы могли установить, что такое распределение бора в растении является достаточно закономерным. Это видно из прилагаемой табл. 1.

ТАБЛИЦА 1.

Содержание бора в различных частях растений в миллиграммах на килограмм абсолютно-сухого вещества

	Табак *Nicotiana tabacum* L.	Безвременник *Colchicum autumnale* L.	Тыква (пестичные цветы) *Cucurbita pepo* L.	Клевер красный *Trifolium pratense* L.	Люпин многолетний *Lupinus polyphyllus* Lindl.
Стебли	—	35	—	28	6
Листья	51	—	—	40	9
Цветы целиком (в соцветиях)	—	—	—	57	39
Рыльца и столбики	74	142	91	—	—
Завязи	40	—	54	—	—
Тычинки	32	77	—	—	—
Лепестки	27	71	54	—	—
Чашелистики	28	—	—	—	—
Цветоножки	—	—	89	—	—

Из табл. 1 видно, что в красном клевере и многолетнем люпине соцветия содержат больше бора, чем стебли и листья. Табак, безвременник и тыква дают максимальное содержание бора в рыльцах.

Кукуруза является растением, удобным для исследования в наших целях, так как у нее легко выделить в достаточных количествах рыльца и пыльцу. Как видно из прилагаемой табл. 2, рыльца кукурузы также содержат значительные количества бора, а в незрелой пыльце, собранной до цветения, содержание бора больше всего того, что было до сих пор находимо нами в растениях.

ТАБЛИЦА 2

Содержание бора в кукурузе (*Zea mays*) в миллиграммах на килограмм абсолютно-сухого вещества

	До цветения	В момент цветения
Стебли	81	60
Листья	38	48
Листовые влагалища	80	42
Цветы пестичные (початок)	106	136
Оберточные листья початка	—	60
Рыльца и столбики	—	121
Соцветия пыльниковые	80	74
Пыльца	256	162

Если бор накапливается в органах плодоношения, то внесение его извне должно способствовать этому процессу как в целом, так и в отдельных его частях. Действительно, Шмукер (Schmucker, 3) показал, что бор, будучи внесен в субстрат, в котором ведется проращивание пыльцы, оказывает значительное влияние на этот процесс. То же самое обнаружилось и в наших двухлетних исследованиях, результаты которых сведены в табл. 3.[1] (см. также рис. 1—3).

Проращивание пыльцы велось по методу висячей капли на растворе сахарозы. Сахароза с прибавкой необходимого количества микроэлементов растворялась в дестиллированной воде.

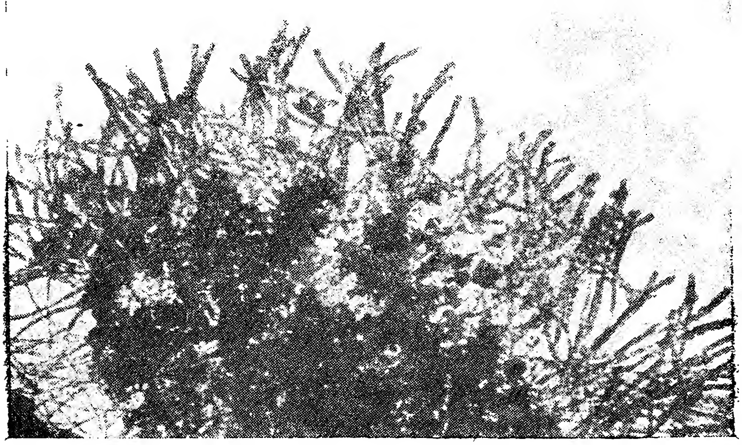


Рис. 1. Прорастание пыльцы *Lilium tigrinum* Ker-Gawl. без бора.

Как видно из данных табл. 3, пыльца всех испытанных нами растений, за исключением *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Nicotiana affinis* Moore и *Cuphea cyanea*, прорастает значительно лучше в присутствии бора, чем без него. Под влиянием бора увеличивается процент проросших пыльцевых зерен. У некоторых растений (мак красный, эшольция в опыте 1937 г., *Solanum citrullifolium* Willd. и огурцы) прорастание вообще не идет без бора. Длина пыльцевой трубки у проросших зерен значительно больше в присутствии бора, чем без него. Исключение представляют *Lupinus luteus* L., *L. polyphyllus* Lindl. и *Cuphea cyanea*.

Прорастание идет в концентрациях, которые должны быть признаны значительными, а именно 0,001% и 0,01% бора. Лучше всего идет прорастание при концентрации 0,001%, но некоторые лилии, нарцисс, эшольция в опытах 1936 г., люпин желтый, помидоры и *Solanum citrullifolium* Willd. дают максимум прорастания при концентрации 0,01%, т. е. в концентрации, отвечающей 100 ч. на миллион или 100 мг бора на литр. У нарцисса и эшольции при этой же концентрации наблюдается максимальное удлинение пыльцевой трубки. Эта концентрация отвечает 9,2 миллиэквивалентам бора на литр, тогда как азота, имеющего сходный атомный вес, мы даем в водных культурах обычно всего 6 миллиэквивалентов. Оптимальной дозой бора для большинства растений является доза 2—3 мг на литр, и лишь немногие растения (сахарная свекла) выживают при дозе 50 мг на литр. Отсюда можно сделать важный вывод, что растение в разных своих органах имеет совершенно различную выносливость по отношению к концентрациям предоставляемых ему веществ.

---

[1] В табл. 3 0 обозначает, что прорастания не было, — что проращивание не производилось.

Сравнивая буру и борную кислоту, взятые в одинаковых по бору концентрациях, видим, что в большинстве случаев развитие по борной кислоте идет лучше, чем по буре. Только у нескольких растений: лилия (*L. tenuifolium* Fisch.), нарцисс и огурцы, наблюдается обратная картина.

Возникает вопрос, насколько действие бора специфично в данном случае и не может ли бор быть заменен другими элементами. Решить эту задачу нелегко, так как, во-первых, нелегко испытать все элементы периодической системы, а во-вторых, испытание нужно вести в очень широком интервале концентраций, к тому же изменяющихся на очень небольшую величину, так как доза максимального действия каждого элемента может быть ограничена очень узкими рамками. В наших опытах с люпином одна часть бора на миллион дала 12,06 г бобов, тогда как 5 ч. на миллион дали всего 0,95 г. В то же время интервал оптимальных концентраций колеблется для азота около 10^{-2}—10^{-3} %, для бора около 10^{-4} % и для радиоактивных элементов около 10^{-13} %.

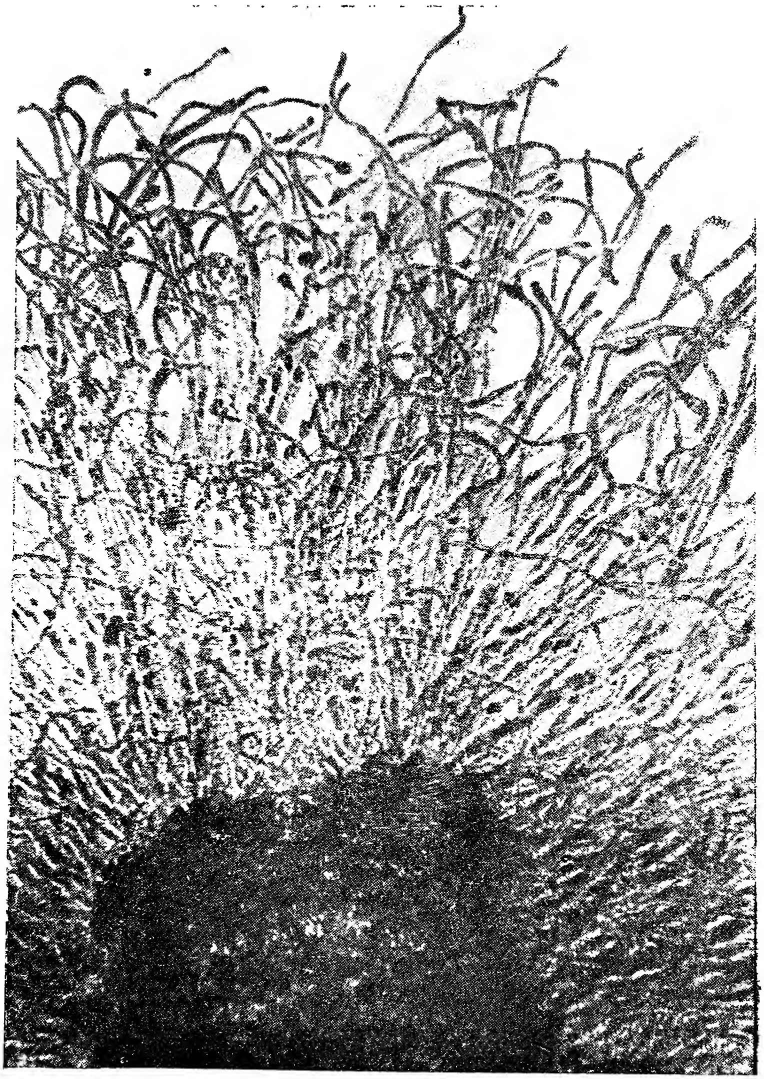


Рис. 2. Прорастание пыльцы *Lilium tigrinum* Ker-Gawl. при 0,001 % бора.

Мы решили испытать в первую очередь те элементы, положительное влияние которых на рост растений установлено настолько, что имеются предложения использовать их в качестве удобрений. Это — медь, марганец и цинк. Кроме того, были испытаны иод и уран. Результаты сведены в табл. 4 (см. табл. 4).

Как видно из таблицы, в некоторых случаях испытанные элементы влияли положительно на процент прорастания пыльцевых зерен и на длину пыльцевой трубки, однако, в значительно меньшей степени, чем борные соединения. Наиболее энергично содействуют прорастанию уран и иод.

ТАБЛИЦА 3

Влияние бора на прорастание пыльцы

№ пп	Название растения	Число проросших зерен в проц.					Длина трубки в μ				
		Без бора	Борная кислота		Бура		Без бора	Борная кислота		Бура	
			0,001	0,01	0,001	0,01		0,001	0,01	0,001	0,01
1	*Lilium tigrinum*. Лилия	21,7	85,6	90,0	—	—	30	182	118	—	—
2	*Lilium tenuifolium* Fisch. Лилия	13,0	35,9	34,7	67,1	0	158	278	157	239	0
3	*Lilium bulbiferum* L. Лилия	31,8	83,1	87,3	74,2	52,2	126	359	294	281	196
4	*Lilium regale* Wils. Лилия	85,3	91,0	42,0	83,3	0	92	324	59	228	0
5	*Tulipa Schrenkii* Rgl. Тюльпан	44,4	92,5	57,2	17,5	0	115	388	68	94	0
6	*Narcissus poeticus* L. Нарцисс	0,2	2,3	4,0	3,7	0	6	50	78	44	0
7	*Papaver somniferum* L. Мак опийный красный	0	13,8	12,8	—	—	0	7	11	—	—
8	*Papaver somniferum* L. Мак опийный белый	6,3	23,3	20,5	—	—	3	29	27	—	—
9	*Eschscholtzia californica* Cham. Эшольция 1937	0	70,0	21,2	63,0	0	0	84	32	71	0
10	*Eschscholtzia californica* Cham. Эшольция 1936	5,5	19,0	60,8	—	—	14	35	161	—	—
11	*Brassica napus oleifera* D. C. Рапс яровой .	3,4	4,0	0	—	—	2	22	0	—	—
12	*Lupinus polyphyllus* Lindl. Люпин. 1936 .	96,6	99,2	93,7	—	—	21	48	32	—	—
13	*Lupinus polyphyllus* Lindl. Люпин 1937 . .	28,7	21,7	17,2	2,0	0	4	4	6	3	0
14	*Lupinus nanus* Dougl. Люпин	10,3	76,0	15,0	—	—	24	31	20	—	—
15	*Lupinus venustus* Vilm. Люпин	1,2	28,5	30,0	—	—	7	20	12	—	—
16	*Lupinus luteus* L. Люпин	15,0	56,3	59,0	—	—	16	12	5	—	—
17	*Lupinus Hartwegii* Lindl. Люпин	21,0	55,6	7,3	—	—	40	90	16	—	—
18	*Primula obconica* Hance. Первоцвет	20,3	92,4	—	—	—	2	38	—	—	—
19	*Solanum lycopersicum* Tourn. Помидоры . .	2,5	21,5	30,5	—	—	1	50	—	—	—
20	*Solanum citrullifolium* Willd.	0	48,0	90,4	—	—	0	352	61	—	—
21	*Nicotiana affinis* Moore. Табак душистый . .	64,0	96,0	89,0	69,0	15,0	17	92	75	41	12
22	*Petunia hybrida*. Петуния	21,7	80,0	36,0	73,3	63,3	7	80	41	76	71
23	*Cuphea cyanea*	89,0	90,0	81,7	74,3	82,0	9	7	6	6	6
24	*Digitalis purpurea* L. Наперстянка	46,3	82,1	36,1	75,2	15,2	18	53	10	38	2
25	*Cucumis sativus* L. Огурцы	0	53,6	55,0	65,3	0	0	15	7	76	0
26	*Campanula* sp. Колокольчик	12,3	58,0	18,0	58,0	4,3	32	124	34	97	20
27	*Silphium trabintinaceum* Jacq.	0,7	4,3	3,3	2,0	0	1	9	3	6	0

Опытами последних лет установлено значительное положительное действие радиоактивных элементов на развитие растений. Весьма эффектные результаты получены Дробковым в лаборатории академика Д. Н. Прянишникова с горохом (не опубликованные данные). Нам казалось, что прорастающая пыльца должна быть чутким индикатором на радиоактивные элементы. Действительно, как видно из табл. 5, прорастание пыльцы у большинства растений усиливается под влиянием радиоактивных элементов. Только эшольция не дала прорастания ни при одной из испытанных концентраций (табл. 5).

Интервал наилучшего действия колеблется между 10^{-10} % и 10^{-9} %. Концентрация 10^{-8} % оказалась гибельной для всех испытанных растений.

Итак, наши исследования в согласии с опытами Шмукера говорят о том, что бор, будучи внесен в субстрат, на котором прорастает пыльца, резко усиливает ее прорастание. Возникает вопрос, каково будет влияние бора в том случае, когда он будет внесен в почву под растение, с которого берется пыльца для проращивания. Такой опыт был проведен нами с красным клевером второго года жизни в полевых условиях. Одна серия делянок оставлена без бора, другая получила 6 кг буры весной. Проращивание велось на растворе сахарозы с агар-агаром. Результаты опыта сведены в табл. 6.

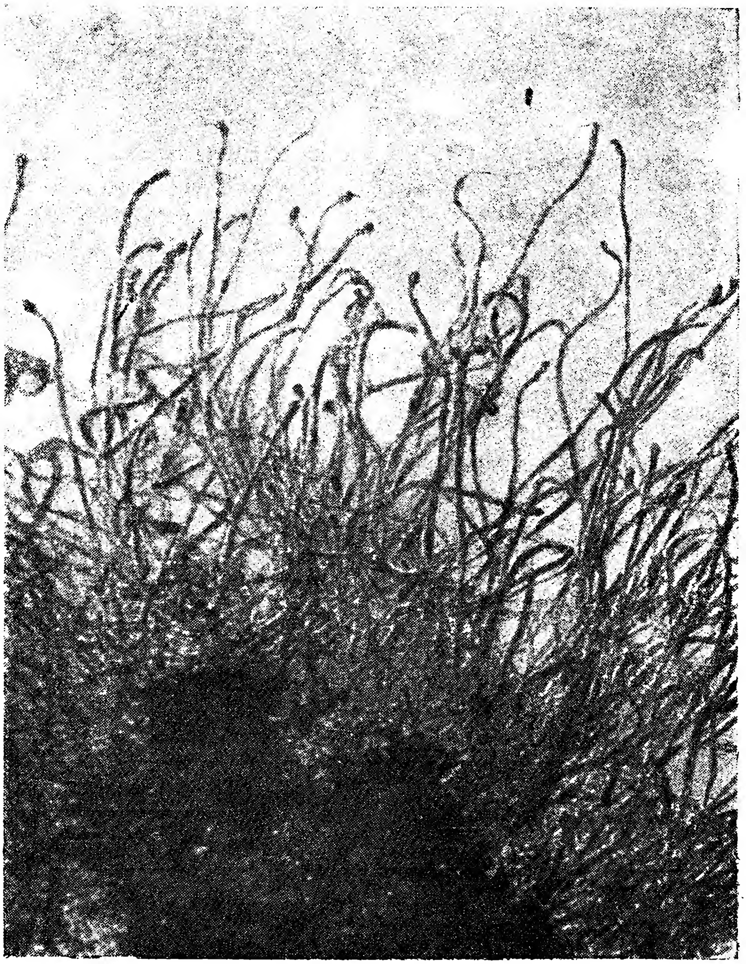


Рис. 3. Прорастание пыльцы *Lilium tigrinum* Ker-Gawl. при 0,01 % бора.

Из данных табл. 6 следует, что внесение борной кислоты и буры в среду, предназначенную для проращивания, не повысило или незначительно повысило процент прорастающих зерен. В то же время пыльца с растений, получивших бор весной, давала резко повышенный процент прорастания по всем вариантам.

Легко представить себе, какое важное практическое значение имеет для нас возможность влиять на энергию прорастания пыльцы растений и тем самым на количество оплодотворенных завязей и образовавшихся семян. Имеется уже много опытных данных, говорящих о том, что бор влияет в большей мере на урожай зерна, чем на урожай вегетативной массы. В связи с этим представляют интерес результаты вегетационного опыта с пшеницей, в котором было подсчитано число цветков, завязавших семена

ТАБЛИ

Влияние различных микроэле

Название испытываемого соединения	Концентрация микроэлемента в процентах	*Narcissus poeticus* L. Нарцисс		*Tulipa Schrenkii* Rgl. Тюльпан		*Cucumis sativus* L. Огурцы	
		Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ	Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ	Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ
Контроль (сахароза 10%) . . .	—	0,3	16,6	44,4	115,2	0	0
H_3BO_3	0,001	2,3	49,8	92,5	388,2	53,6	15,2
$(CH_3CO_2)_2\,UO_2$.	0,001	2,2	13,1	64,5	197,0	0	0
	0,01	2,7	37,4	13,7	117,9	0	0
$CuSO_4$	0,001	0,2	7,9	2,3	177,1	0	0
	0,01	0	0	0,01	0,1	0	0
$ZnSO_4$	0,001	0,9	39,9	0,3	20,1	2,7	7,6
	0,01	0,02	0,1	0	0	0	0
$MnSO_4$	0,001	0,5	28,8	2,6	53,6	1,7	6,1
	0,01	0,1	4,6	1,4	44,2	0	0
KJ	0,001	0	0	0	0	0	0
	0,01	0,1	1,2	0	0	7,0	7,6

ТАБЛИЦА 5

Влияние хлористого радия на прорастание пыльцы

Названия растений	Что определялось	Концентрация $RaCl_2$ в процентах							
		0	10^{-14}	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}
Lilium tenuifolium Fisch. Лилия	Число проросших зерен (%)	13,0	—	—	—	45,0	—	—	0
	Длина трубки (μ)	158	—	—	—	208	—	—	0
Lilium bulbiferum L. Лилия	Число проросших зерен (%)	2,0	2,0	—	2,9	5,1	4,7	0	0
	Длина трубки (μ)	26	27	—	29	81	14	0	0
Eschscholtzia californica Cham. Эшольция	Число проросших зерен (%)	0	0	—	—	0	—	—	0
	Длина трубки (μ)	0	0	—	—	0	—	—	0
Lupinus polyphyllus Lindl. Люпин	Число проросших зерен (%)	58,2	—	—	—	83,0	—	—	0
	Длина трубки (μ)	13	—	—	—	27	—	—	0

ЦА 4

ментов на прорастание пыльцы

Lilium tenuifolium Fisch. Лилия		*Lilium regale* Wils.		*Lilium bulbiferum* L.		*Digitalis purpurea* L. Наперстянка		*Eschscholtzia californica* Cham. Эшольция	
Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ	Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ	Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ	Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ	Проросло зерен в проц.	Длина трубки в μ
13,0	158,2	85,3	92,2	31,8	126,2	46,3	18,0	0	0
35,9	278,3	91,0	324,4	83,1	358,7	82,1	53,2	70,0	83,6
26,4	131,0	37,0	6,4	—	—	76,3	29,2	4,1	17,0
0,7	28,1	0	0	—	—	39,7	7,9	2,3	5,6
13,2	117,0	0	0	71,4	173,0	58,4	23,7	0	0
0	0	0	0	13,8	65,1	—	—	0	0
9,8	97,7	50,0	47,1	26,8	142,6	76,5	43,1	0	0
1,8	28,9	46,7	6,1	2,7	57,0	58,0	11,4	0	0
17,7	116,1	45,0	87,1	50,0	221,9	66,6	22,4	21,6	56,0
10,4	60,4	0	0	49,0	220,0	59,2	29,2	9,0	9,7
20,8	126,2	80,0	120,9	68,4	201,4	47,2	13,7	0	0
26,7	131,0	6,7	7,6	67,0	200,0	8,7	3,3	0	0

ТАБЛИЦА 6

Влияние борного удобрения на прорастание пыльцы красного клевера

Варианты сред для проращивания пыльцы	N P K		NPK + 6 кг буры весной	
	Число проросших зерен в процентах	Длина трубки в μ	Число проросших зерен в процентах	Длина трубки в μ
Без бора	2,0	4	14,3	2
H_3BO_3 0,001% B. . .	2,1	3	20,0	3
H_3BO_3 0,01% B . . .	2,0	2	13,0	3
$Na_2B_4O_7$ 0,001% B . .	1,2	2	11,7	3
$Na_2B_4O_7$ 0,01% B . .	0,5	2	9,0	3

в колосках растений, получивших бор и не получивших его. В обычных условиях в многоцветковых колосках пшеницы, состоящих из 4—5 цветков, зерна образуются только в 1—2 цветках, многие же колоски в верхней и нижней части колоса зерен совсем не дают. По нашим опытам внесение бора в этом случае уменьшает процент пустых и однозерных колосков и увеличивает процент трехзерных колосков (табл. 7).

Ясно, что с точки зрения экономии растительного материала выгоднее иметь меньшее количество колосьев, целиком выполненных зернами, чем большое количество колосьев с малым количеством зерна в них.

Приведем еще в табл. 8 результаты полевого опыта со льном, свидетельствующие о том, какие приросты зерна и соломки могут быть получены с помощью борных удобрений. Эти данные взяты из работы Пейве и Радова (4).

ТАБЛИЦА 7

Влияние бора на соотношение в колосе пшеницы колосков с разной степенью озерненности

Вегетационный опыт

Общая сумма колосков в колосе принята равной 100

Год опыта	Варианты удобрения	Колоски		
		0 — 1-зерные	2-зерные	3-зерные
1935	NPK Ca	19,8	61,4	18,8
	NPK Ca + B	15,2	61,0	23,8
1936	NPK Ca	23,3	63,4	13,3
	NPK Ca + B	18,2	55,7	26,1

Как видно из таблицы, действие бора особенно отразилось на урожае семян Темноцветная почва, на которой получен этот результат, представляет собой почву полуболотного типа с щелочной реакцией. В других опытах констатировано положительное действие бора под лен на известкованных почвах, подобно тому как это наблюдалось в опытах Бранденбурга и наших (5) с сахарной свеклой.

ТАБЛИЦА 8

Влияние бора на урожай льна в полевых условиях на фоне NPK
По Пейве и Радову.

Варианты удобрения	Семя			Соломка		
	Абсолют. урожай	Прибавка		Абсолют. урожай	Прибавка	
	ц/га	ц/га	%	ц/га	ц/га	%
Без бора	5,76	—	—	31,64	—	—
Бура 1 кг/га	6.21	0,45	7,8	32,00	0,36	1,1
Бура 3 кг/га	7,61	1.85	32,1	35,16	3,52	11,1
Бура 9 кг/га	7,09	2,33	40,5	35,14	3,50	11,0

Изложенные выше опыты приводят нас к следующим выводам:

1. Бор, взятый в виде борной кислоты или буры, значительно усиливает прорастание пыльцевых зерен. Увеличивается как процент проросших зерен, так и длина пыльцевой трубки.
2. Другие, испытанные нами элементы: марганец, цинк, иод, уран, радий и, в меньшей степени, медь — также влияют на прорастание пыльцевых зерен, но в значительно меньшей степени.
3. Пыльца растений красного клевера, удобренных бором, в полевых условиях отличается повышенной способностью к прорастанию по сравнению с пыльцой растений без бора.
4. При внесении борных удобрений под растения действие бора сказывается в большей мере на урожае семян, чем на урожае вегетативной массы.

Считаем долгом выразить благодарность акад. П. М. Жуковскому за разрешение пользоваться для наших работ растительным материалом ботанического сада Сельскохозяйственной академии им. Тимирязева в Москве.

Литература

1. E. V. Bobko, T. V. Matveeva et G. S. Syvorotkin. Ann. agron. 5-me année № 6, p. 801, 1935. — 2. Е. В. Бобко и Т. В. Матвеева. Журнал прикладной химии Т. IX, вып. 3, стр. 532, 1936. — 3. Th. Schmucker. Planta. Bd. 23, H. 1—2, S. 264, 1934. — 4. Я. В. Пейве и А. С. Радов. Лен и конопля, № 9, 1936. — 5. E. V. Bobko et M. A. Beloussov. Ann. agron. 3-me année, № 4, p. 493, 1933.

E. V. BOBKO and V. V. ZERLING

The effect of boron on reproduction in plants

Conclusions

1. The application of boron, in the form of boric acid and borax, results in a considerable increase of germination in pollen-grain. This increase affects both the percentage of germinating grains and the length of pollen-tubes.

2. Other elements tested have been: manganese, zinc, iodine, uranium, radium and to a somewhat minor extent, copper. All of them tell upon the germination of pollen-grain although they prove to be decidedly less effective than boron.

3. The pollen of red clover plants fertilized with boron shows under field conditions increased germinating power as compared with the pollen of plants which have not received such a treatment.

4. The treatment of plants with boric fertilizers results in a greater effect of boron upon the yield of their seed than upon that of their vegetative mass.

ТОМ 23 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1938 № 1
TOME 23 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1938 № 1

М. М. МАЗАЕВА

К вопросу о действии бора на растение

С 2 рисунками

Из работ Агрохимического отдела Научного института по удобрениям и инсектофунгисидам
Москва

(Получено 3/V 1937)

Исследованиями физиологов и агрохимиков к настоящему времени установлено (1), что для нормального развития растений кроме 10 классических питательных элементов O, H, C, N, P, S, K, Mg, Ca и Fe — в такой же мере необходим B и другие элементы. Последние в отличие от элементов первой группы необходимы растению в чрезвычайно небольших количествах.

Если необходимость бора для развития растений ясна (20, 21), то значение его для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в практических условиях далеко еще не выяснено.

В большинстве опытов, проведенных по данному вопросу за последние годы, описания и результаты которых мы встречаем в агрохимической литературе (3—8), основной вывод сводится к тому, что положительное действие бора проявляется на щелочных и переизвесткованных почвах и что бор устраняет вредное действие извести.

Этот вывод связывается с предположением, что в щелочной среде, а следовательно и при известковании почв, бор переходит в малодоступную для растения форму в силу простого химического осаждения. Следовательно внесение его в растворимой форме, устраняя этот недостаток, обеспечивает нормальное развитие растений и прирост урожая. Но прямых подтверждений этого предположения нет, и оно, как это подчеркивается в некоторых случаях и самими авторами (4), не совсем понятно. Почему под влиянием известкования бор почвы осаждается и становится недоступным растению, а внесенный бор в количествах столь малых по сравнению с количеством извести, применяемой при известковании, не осаждается?

Если отрицательное действие извести действительно связано с осаждением бора и с понижением его доступности растению, то с увеличением дозы применяемой извести вероятность осаждения внесенного бора возрастает, а следовательно положительный эффект его на урожае растений должен был бы падать. Однако опытные данные, встречающиеся в литературе (8,4), не подтверждают этого, казалось бы, естественного следствия. В вегетационном опыте И. Д. Гамкрелидзе (7), проведенном с горчицей на супесчаной почве Люберецкого опытного участка, при всех дозах извести положительный эффект от бора был почти одинаков. Как видно из табл. 1, увеличение внесенной дозы извести до количества, соответствующего 8-кратной гидролитической кислотности почвы, не снижало положительного эффекта от бора, данного из расчета только 0,25 мг B на килограмм почвы.

Увеличение дозы бора до 1 мг B на килограмм почвы не повышало ни при одной дозе извести его положительного действия на урожае зерна и всего растения. В опыте Е. Абатуровой, описанном в работе Бобко (4) и поставленном с кормовой свеклой на тяжелом подзолистом суглинке, 16-кратное увеличение дозы внесенной извести не только не уменьшало положительного действия бора на урожае корня, но повысило его. Положительное влияние бора в этом опыте проявилось, как в случае отрицательного действия извести, так и при наличии положительного действия последней.

ТАБЛИЦА 1

Урожай горчицы в граммах на сосуд
(оп. И. Д. Гамкрелидзе)

Дозы $CaCO_3$, выраженные в гидролитической кислотности	NPK		NPK + 0,25 мг B на кг почвы		NPK + 1 мг B на кг почвы	
	общий	зерно	общий	зерно	общий	зерно
0	12,19	3,29	14,58	3,68	16,00	3,54
0,5	16,69	1,93	16,05	4,43	17,45	4,43
1	13,05	0,15	17,53	4.01	16,04	3,95
2	8,23	0,00	17,58	4,13	18.15	4.41
4	14,13	0,00	16,47	3,58	16,61	3,69
8	15,16	0,00	17,27	4,41	17,65	4,58

В вегетационном опыте А. В. Соколова, поставленном с горчицей на оподзоленном суглинке Долгопрудного опытного поля, сравнивалось действие бора, внесенного в форме борной кислоты и в форме метабората кальция в количестве 0,5 мг B на килограмм почвы. Последний брался как одно из труднорастворимых соединений бора, образование которого возможно в условиях известкования почвы. Метаборат кальция готовился осаждением бора из раствора борной кислоты хлористым кальцием в присутствии аммиака.

Приведенные в табл. 2 результаты урожайных данных подчеркивают одинаковое действие обоих источников бора. Урожай зерна и общий урожай всего растения по метаборату кальция были не хуже урожаев по борной кислоте.

ТАБЛИЦА 2

Урожай горчицы в граммах на сосуд

№ сосуда	Внесено в почву	Источники бора					
		Без бора		Борная кислота		Метаборат кальция	
		общий	зерно	общий	зерно	общий	зерно
1	NPK	2.60	—	—	—	—	—
2	»	2,93	0,56	—	—	—	—
3	NPK + $CaCO_3$	3,50	0,00	3,55	0,77	3,88	0,88
4	»	3,50	0,00	3,62	0,77	4,00	0,82

Повидимому, приведенное выше предположение, связывающее отрицательное действие извести и положительный эффект от бора на щелочных и известкованных почвах с изменением подвижности бора в почве, едва ли соответствует действительности. Причину этого явления нужно искать в чем-то другом, и пожалуй, главным образом, в самом растении. В вегетационном опыте, который будет изложен в дальнейшем, нами изучалось действие бора и извести на целом ряде растений.

Опыт был поставлен в стеклянных сосудах, емкостью 5 кг сухой почвы, на оподзоленном суглинке Долгопрудного опытного поля. В качестве изучаемых растений были взяты: желтый люпин (*Lupinus luteus* L.), красный дигиталис (*Digitalis purpurea* L.), гречиха (*Polygonum fagopyrum* L.), сераделла (*Ornithopus sativus*), табак (*Nicotiana rustica* L.), щавелек (*Rumex acetosella* L.), черноголовка обыкновенная (*Brunella vulgaris* L.) и лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L.). Последний изучался по несколько более измененной схеме, чем все другие растения. Все взятые растения по литературным данным (9, 10, 11, 12) являются кальциефобами.

В опыте был дан общий для всех сосудов фон NPK: 0,42 г N в форме NH_4NO_3 и KNO_3; 0,40 г P_2O_5 в форме NaH_2PO_4; 0,70 г K_2O в форме KNO_3 — на сосуд. Под лен был взят иной фон NPK, а именно — 0,42 г N в форме $(NH_4)_2SO_4$; 0,47 г K_2O в форме K_2SO_4; 0,40 г P_2O_5 в форме NaH_2PO_4. Указанные количества питательных элементов вносились на сосуд, емкостью 5 кг сухой почвы. Под все растения известь давалась в количестве, соответствующем двойной гидролитической кислотности почвы. Известь в почву вносилась в момент набивки сосудов одновременно со всеми остальными удобрениями. Бор давался также в момент набивки сосудов в виде H_3BO_3 из расчета 1 мг бора на 1 кг почвы. Посев всех растений произведен в конце мая.

Лен, гречиха, табак и желтый люпин убраны в стадии полной зрелости. Сераделла и щавелек сняты в момент полного цветения растений. Красный дигиталис и черноголовка (двулетние растения) были убраны в момент пожелтения нижних листочков, что являлось указанием на конец вегетации первого года их развития.

Прежде чем перейти к рассмотрению полученных в опыте урожайных данных, кратко остановимся на изложении сделанных нами в течение вегетации наблюдений над развитием растений. Последние по извести и в некоторых случаях по бору имели ряд особенностей в своем развитии. Кроме того на табаке и отчасти на гречихе картина, наблюдаемая до момента цветения, на окончательном урожае совершенно изменилась.

В агрономической литературе иногда встречаются указания (13), что известь удлиняет период вегетации растений. В нашем опыте это положение подтвердилось развитием всех однолетних растений; образование стебельков у щавеля, начало цветения у люпина, гречихи, сераделлы и у табака при внесении извести по фону NPK наступало на несколько дней позднее, чем в случае внесения в почву только NPK. Для двулетних растений — дигиталиса, черноголовки, этого положения установить не удалось, так как они были в опыте лишь в первый год их развития. Почти в самом начале вегетации на росте всех взятых в опыте растений становилось заметным угнетающее действие извести. На всех растениях, за исключением табака и черноголовки, внесение извести сопровождалось, кроме резко выраженной депрессии их роста, непаразитарным заболеванием. Время появления признаков непаразитарного заболевания у разных растений было различно. У некоторых растений вызванное внесением извести непаразитарное заболевание быстро исчезало, т. е. растения как бы справлялись с неблагоприятными условиями. У других же растений со временем оно усиливалось и в конечном результате приводило к полной или почти полной гибели всего растения.

На льне внесение извести вначале только угнетало развитие растений: растения были значительно ниже по высоте, чем растения в сосудах без извести. Затем дней через 15—16 после появления всходов, когда высота растений в сосудах по NPK достигала 12 см, в известкованных сосудах листочки растений становились несколько светлее и располагались по отношению к стеблю под более острым углом, чем у растений в неизвесткованных сосудах. Помимо этого у некоторых экземпляров верхушки стебля становились совершенно бесцветными и отмирали, а из пазух семядольных листочков, которые были мясистыми и имели темнозеленую окраску, появились новые стебельки. К тому времени, когда в неизвесткованных сосудах растения уже образовали бутоны, по извести отмирание точки роста, отмечаемое нередко в литературе (6, 13, 14), наблюдалось у всех экземпляров. Вторичные стебельки тоже были все с отмершими верхушками. Казалось, что верхняя часть растений в сосудах с известью была как-будто чем-то обожжена. Нижняя часть стебля была покрыта хорошо развитыми, интенсивно-зелеными листьями. Интенсивность окраски последних сохранилась до момента уборки урожая, которая была произведена в стадии полной зрелости нормально развитых растений.

На люпине по извести непаразитарное заболевание стало заметным дней через 20 после появления всходов. Оно выразилось в том, что молодые листочки переставали расти, белели и через несколько дней отмирали. Получилось явление, сходное с отмиранием точки роста у льна. Только в отличие от последнего у люпина за отмиранием молодых листочков в очень скором времени следовала гибель всего растения.

У сераделлы к моменту бутонизации по извести стало замечаться вначале закручивание. а затем и отмирание листочков молодых сложных листьев. Закручивание листочков происходило благодаря тому, что отмирание их начиналось с краев, а средняя часть листовой пластинки продолжала еще некоторое время расти. У некоторых экземпляров растений, начиная сверху, отмирали листочек за листочком; так происходило подсыхание всего сложного листа. В результате этого растение имело такой вид, как будто верхняя его часть подвергалась какому-то ожогу. Это явление наблюдалось до самой уборки урожая.

Дигиталис в отличие от всех других растений развивался чрезвычайно медленно. Угнетающее действие извести на нем становилось заметным дней через 10—15 после появления всходов. После полуторамесячного развития по извести на дигиталисе стало замечаться явление, сходное с вышеописанным явлением на сераделле. Края листочков вначале, отставая в росте от средней части листовой пластинки, закручивались, а затем подсыхали. Но на дигиталисе это заболевание быстро исчезло.

Щавелек почти сразу после появления всходов показал отрицательную реакцию на известь. В неизвесткованных сосудах его листочки быстро начинали расти, в то время как в известкованных сосудах они развивались очень медленно. Известь, кроме резко выраженной депрессии в росте растений, вызвала на листочках последних какие-то белесые пятна. Ткани листочков в этих участках были как бы отмершие. Но, это явление довольно скоро исчезло.

На гречихе, как и на других растениях, в начале вегетации вредное действие извести было очень резкое. Так например, в стадии бутонизации средняя высота растений по NPK достигала — 20 см, а по NPK + $CaCO_3$ — только 13 см. При дальнейшем развитии, разница в высоте растений почти совершенно сгладилась, но внешний вид растений в известкованных и неизвесткованных сосудах был весьма различен. Как упоминалось выше, известь удлиняла вегетационный период всех взятых в опыте растений: это положение имело место и на гречихе. Если по NPK растения заканчивали свое развитие — появлялись созревшие семена и большинство листочков пожелтело, то в это же время по NPK с добавкой извести вегетация растений далеко еще не заканчивалась. Листья имели темнозеленую окраску, созревших семян совершенно не было. Кроме того по извести листья растений отличались не только окраской, но были толще, грубее и более ломки, чем листья растений в неизвесткованных сосудах.

По известкованному фону самые верхние листочки гречихи, расположенные около соцветий, в отличие от ниже расположенных листочков, были плохо развиты, скручены и имели не темнозеленую, а коричневатую окраску. Они как бы страдали от недостатка питательных веществ, в то время как нижние листья имели их в избытке.

Большинство цветков гречихи по извести подсыхало не образовав плода. При взгляде на растения в известкованных сосудах создавалось впечатление, что в верхние их части как бы не доходят какие-то необходимые питательные элементы.

Отрицательное действие извести на табаке проявлялось в самом начале вегетации и до момента цветения было достаточно резко, что видно из рис. 1. Последним зафиксирован рост растений через месяц после высадки табачной рассады в сосуды. Цветение табака в известкованных сосудах наступало значительно позднее, чем в соответствующих сосудах без извести. Но с момента зацветания растений наблюдаемая до этого картина начала меняться. Растения, справившись с неблагоприятными условиями, стали быстро накоплять растительную массу.

Вышеизложенные фенологические наблюдения позволяют предположить, что под влиянием внесения извести в почву в растении происходит изменение ряда физиологических и биохимических процессов; оно обусловлено, вероятно, не только изменением качественного и количественного состава поступающих питательных элементов, но и их передвижением внутри растения. Описанные непаразитарные заболевания говорят, повидимому, о том, что под влиянием известкования происходит нарушение передвижения питательных элементов внутри растения. В нижних частях растения происходит закрепление некоторых веществ, необходимых для роста молодых частей и для образования репродуктивных органов. Это косвенно подтверждается исследованиями Пьер и Броунинга (W. N. Pierre and G. M. Browning, 15), которые, увеличивая внесение растворимых фосфатов в почву, понижали вредное действие извести, хотя, как отмечается в этой же работе, известкование не уменьшало концентрации P_2O_5 в почвенном растворе. Следовательно, в их опыте растения в условиях известкования для нормального своего развития требовали большего количества растворимой фосфорной кислоты.

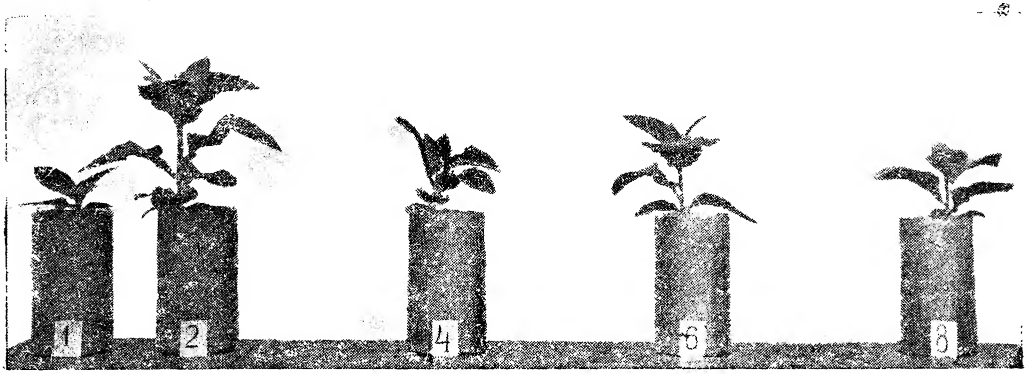


Рис. 1. Влияние бора на рост табака (*Nicotiana rustica*): 1—без удобрений; 2—NPK; 4—NPK + $CaCO_3$; 6—NPK+B; 8 — NRK + $CaCO_3$ + B (через месяц после высадки табачной рассады в сосуды).

Внесение бора по NPK не оказывало какого-либо ясно выраженного, общего для всех растений изменения в процессе их развития. На гречихе, табаке и сераделле в первой половине периода вегетации по бору замечалось очень небольшое торможение процесса развития растений. На щавельке, наоборот, бор ускорял развитие. В сосудах с бором образование стебельков и бутонов наступало раньше и энергичнее, чем в соответствующих сосудах без бора. На остальных, взятых в опыте растениях, на фоне NPK добавка бора не вызывала никаких изменений в их развитии.

На известкованном фоне NPK внесение бора прежде всего устраняло вызываемое известью непаразитарное заболевание растений. Все растения, имея по извести те или иные признаки непаразитарного заболевания, по извести с бором были совершенно здоровы. Задержка вегетации, обусловленная известью, устранялась внесением бора лишь на льне. На остальных растениях этого действия бора не было заметно.

Вызываемая известью депрессия в росте растений устранялась внесением бора далеко не сразу после появления первой. На всех без исключения взятых в опыте растениях в начале вегетации было очень резко заметно вредное действие извести и не было, или почти совершенно не было, положительного действия бора, внесенного совместно с известью. Как можно видеть из рис. 1 и 2, на табаке и дигиталисе через довольно большой срок их вегетации (1 месяц, $1^1/_2$ месяца) положительного влияния бора на фоне NPK с известью почти не было заметно. Депрессия же от последней на обоих растениях к этому времени была очень резко выражена. Но затем на этих растениях, как и на всех остальных, положительное влияние бора выявилось, и как будет отмечено в дальнейшем, бор дал большой прирост урожая. Время появления положительного влияния бора на известкованном фоне у разных растений было различно. Но на всех растениях оно наблюдалось до момента уборки урожая.

Известно, что действие того или иного фактора на растения иногда резко меняется в течение вегетации. Поэтому наблюдение за развитием растений во многих случаях дает возможность более правильно объяснить полученные в опыте те или иные результаты. Однако, в работах по изучению действия бора на растения часто совершенно не приводятся фенологические наблюдения, а приводятся лишь только урожайные данные. Последние в большинстве случаев подчеркивают положительное влияние бора на известкованном фоне.

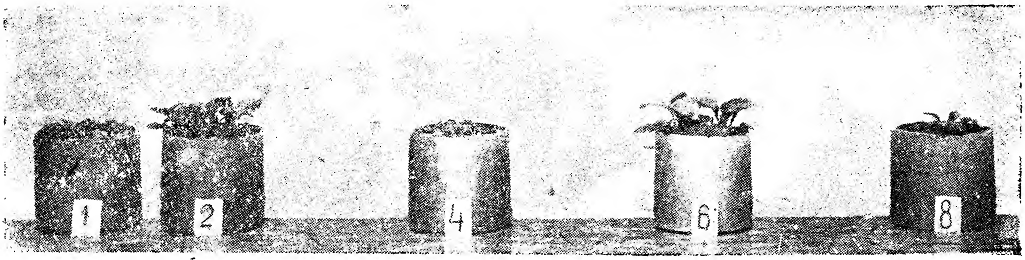


Рис. 2. Влияние бора на рост красного дигиталиса (*Digitalis purpurea*): 1 — без удобрений; 2 — NPK; 4 — NPK + $CaCO_3$; 6 — NPK + B; 8 — NPK + $CaCO_3$ + B (через 1,5 месяца после появления всходов).

На основании результатов урожайных данных большинство авторов сводит отрицательное действие извести на растения к недостатку бора в почве, возникшему при известковании последней в силу простого химического осаждения или, как предполагает Е. В. Бобко, путем биологического закрепления почвенного бора. Экспериментально же ни то, ни другое не доказано. Но если вредное действие извести обусловлено только недостатком бора, то, вводя его в растворимой форме в почву, мы вправе ожидать устранения отрицательного эффекта извести в первые же стадии развития растений. Между тем, как видно из вышеизложенного, в нашем опыте этого явления не получилось ни на одном растении. Фенологические наблюдения в нашем опыте говорят, что в известной стадии развития растений проявляется положительное влияние внесенного бора на известкованном фоне на всех растениях. Связывать же наблюдаемое на развитии растений отрицательное действие извести с химическим или биологическим закреплением бора в почве нет, пожалуй, достаточных оснований. Возможно, в щелочной среде при известковании почв потребность растений в боре возрастает, при этом его действие на накопление сухого вещества не непосредственное, а как-то связано с калийным и фосфатным питанием растений. На последнее предположение нас наталкивают работы Л. Г. Гавриловой (16, 17) и М. Я. Школьника (22). При выращивании табака в водных культурах в отсутствии бора, как указывается исследователями (18), через некоторое время после высаживания проростков в сосуды наступает прекращение роста стебля и отмирание точки роста. В работах Л. Г. Гавриловой отмечается возможность получения в водных культурах при известном соотношении фосфора и калия нормально развитого здорового табака. На обычной смеси Гельригеля автор также наблюдал характерное „безборное“ заболевание — отмирание точки роста. При измененном же соотношении калия и фосфора

ТАБЛИЦА 3

Урожай растений в г на сосуд (в процентах)

Названия растений		Неудобрен.		NPK		NPK + B		NPK + $CaCO_3$		NPK + $CaCO_3$ + B	
		В граммах	В процентах	В граммах	В процентах	В граммах	В процентах	В граммах	В процентах	В граммах	В процентах
Желтый люпин	Зерно	6,12	86	7,07	100	8,90	126	0,00	—	9,07	128
	Солома	23,42	76	31,57	100	34,85	110	1,26	4	26,87	85
Щавелек		6,76	46	14,68	100	18,23	124	4,07	27	8,43	57
Сераделла		15,95	60	26,40	100	23,40	88	8,25	31	20,37	77
Лен-долгунец	Зерно	3,81	57	26,67	100	7,27	109	0,00	—	8,30	124
	Солома	13,77	68	20,12	100	19,35	96	9,00	45	22,12	109
Красный дигиталис		17,22	55	31,22	100	33,12	106	14,55	47	19,72	63
Черноголовка		8,82	58	15,25	100	15,90	104	11,92	78	14,87	98
Гречиха	Зерно	7,47	33	22,74	100	22,59	99	9,47	42	25,62	112
	Солома	11,15	41	27,18	100	28,52	105	39,98	147	29,95	110
Табак		11,60	39	30,10	100	29,55	99	37,90	126	46,02	153

в питательном растворе точка роста не отмирала, растения нормально развивались, цвели и даже плодоносили. М. Я. **Школьник** отмечает, что присутствие бора в питательной среде влияет на поглощение растением P_2O_5, K_2O, CaO и NO_3.

Из полученных в нашем опыте урожайных данных (табл. 3) видно, что наблюдавшееся в течение вегетации вредное действие извести и понижение его внесением бора имели в конечном результате различное количественное выражение урожая разных растений.

Урожайные данные показывают, что все взятые в опыте растения положительно реагировали на внесение в почву NPK. Внесение извести по фону NPK на всех растениях, за исключением табака и гречихи, вызвало ясно выраженное падение урожая. Депрессия от извести была так велика, что полученный по известкованному фону NPK урожай почти во всех случаях был ниже урожая на неудобренной почве, т. е. отрицательное действие извести перекрыло положительный эффект от NPK. Вредное влияние извести на люпине было настолько велико, что привело почти к полной гибели растений, а на льне оно дало очень резкое снижение урожая соломы и полное отсутствие семян. На гречихе известь, вызвавшая в начале вегетации депрессию в росте и симптомы непаразитарного заболевания растений, в конечном результате величину урожая общей массы не изменила, но сильно уменьшила отношение зерна к соломе. Урожай зерна резко упал, а урожай соломы увеличился против урожая по неизвесткованному фону NPK. В наших опытах, от внесения в почву извести снижение урожая зерна всех растений было значительно резче, чем падение урожая соломы, как это нередко отмечается и в литературе. Известь каким-то образом тормозит процесс образования зерна.

На табаке, снятом в стадии полной зрелости семян, известь не только не снизила, но увеличила его урожай. На этом растении, как и на всех других, депрессия в росте в начале вегетации была очень резко выражена. Но в отличие от остальных взятых в опыте растений, табак с момента зацветания стал быстро накоплять растительную массу. В конечном результате урожай табака в известкованных сосудах превысил урожай в неизвесткованных сосудах, вегетация растений в которых закончилась значительно раньше.

Действие бора на урожай растений сильно различалось в зависимости от фона. Приведенный в табл. 3 цифровой материал показывает, что на неизвесткованном фоне NPK бор на окончательном урожае дал заметный положительный эффект лишь на щавельке и желтом люпине. Изменение урожая остальных растений при добавлении бора колебалось в пределах ошибки опыта.

На известкованном фоне NPK, как видно из этой же таблицы, на всех взятых в опыте растениях внесение бора дало резко выраженный прирост урожая. Последний имел место не только в случаях отрицательного действия извести, но и при положительном влиянии последней. Например, табак по извести не снижал, а повышал урожай, но бор по фону извести и на нем вызвал дальнейшее увеличение урожая. На льне, табаке, гречихе и люпине увеличение урожая от внесения бора было настолько велико, что полученный урожай превышал не только урожай по соответствующему фону, но и урожай по неизвесткованному фону NPK. Урожай остальных растений по известкованному фону с бором, хотя был и выше урожая по соответствующему фону без бора, но все же уступал урожаю по NPK.

Следовательно, урожайные данные нашего опыта также показывают, что сводить вредное действие извести на растение к изменению подвижности почвенного бора под ее влиянием и говорить в этом разрезе об устранении этого вредного действия внесением легко растворимых борных соединений— нельзя. Посредственная или непосредственная связь этих двух отмечаемых на растениях явлений кроется, главным образом, внутри самого растения. При известных условиях, давая совместно бор и известь, отдельное внесение которых мало эффективно или даже вредно, можно получить увеличение урожая растений.

В литературе встречаются указания (19), что внесенные в питательный субстрат микроэлементы влияют на распределение зольных элементов в растительных органах.

Нами также проводился химический анализ растений, и полученные данные по этому вопросу представляют некоторый интерес.

Из приведенных в табл. 4 аналитических данных видно, что у сераделлы во всех случаях процент водорастворимого кальция в листьях выше, чем в стеблях. Внесение извести в почву вызывает увеличение водорастворимого кальция в листьях и в стеблях. В присутствии бора это увеличение процента CaO по извести заметно снижается. Без бора процент общей и водорастворимой P_2O_5 в стеблях значительно выше, чем в листьях, притом известь в листьях и стеблях увеличивает содержание общей фосфорной кислоты. Количество же водорастворимой фосфорной кислоты не изменяется. Внесение бора в почву на обоих фонах выравнивает процент общей P_2O_5 в стеблях и листьях. Содержание водорастворимой фосфорной кислоты в присутствии бора в стеблях повышается; в листьях намечается, правда, хотя очень незначительная, тенденция уменьшения ее количества.

Таким образом химический анализ сераделлы подчеркивает, что бор, повышая количество водорастворимой фосфорной кислоты в стеблях, способствует передвижению ее из стеблей в главнейшие по синтезу органических веществ органы растения—в листья. Возможно, что положительное действие бора на урожае растений и лежит в какой-то связи с фосфором. Увеличение положительного эффекта от бора на фоне извести можно представить так: известь, как часто отмечается в литературе, повышает накопление питательных элементов в растении, которые в присутствии бора не отлагаются в виде балласта, а используются для построения растительной массы. Но это предположение требует, конечно, детальной эксперименталь-

ТАБЛИ

Результаты химическог

Взятые растения		Без удобрения			NPK		
		Процент CaO воднорастворимого	Процент P_2O_5 воднорастворимой	Процент P_2O_5 общ.	Процент CaO воднорастворимого	Процент P_2O_5 воднорастворимой	Процен P_2O_5 общ.
Сераделла	Стебли	1,11	0,055	0,84	0,66	0,059	0,70
	Листья	3,39	0,037	0,50	2,08	0,038	0,44
Щавелек	Стебли	0,202	0,72	—	0,223	0,77	—
	Листья	0,076	0,88	—	0,112	0,96	—
Дигиталис, все растение		1,16	0,026	0,41	0,84	0,032	0,47

ной проверки. Связь бора с фосфором наблюдалась нами только на сераделле. На щавельке и дигиталисе это не замечалось. В щавельке процент воднорастворимой P_2O_5 был очень высок, что, возможно, объясняется кислотностью растения. Содержание воднорастворимой P_2O_5 примерно на всех фонах одинаково, и в листьях оно выше, чем в стеблях. Количество воднорастворимого кальция в листьях и стеблях этого растения очень мало, притом в листьях его меньше, чем в стеблях. На дигиталисе, анализ которого произведен в целом растении, по извести наблюдалось увеличение процента воднорастворимого CaO и общей P_2O_5. Бор по неизвесткованному фону увеличил содержание воднорастворимой P_2O_5; на фоне извести этого не было видно.

Основные положения, вытекающие из опыта:

1. Опыт подтвердил чувствительность всех взятых растений к извести.

2. Отрицательное действие извести сказалось в первые же стадии развития растений. На щавельке, люпине, сераделле, гречихе, дигиталисе и льне известь, кроме депрессии роста вызвала непаразитарное заболевание растений.

3. Наблюдаемое в течение вегетации вредное действие извести в конечном результате привело к снижению урожая всех растений, за исключением лишь табака. Отрицательное действие извести на зерне было значительно сильнее, чем на соломе.

4. Бор устранил вызываемое известью непаразитарное заболевание растений. Положительное влияние его на развитие растений на неизвесткованном фоне сказалось лишь на щавельке.

5. Время появления положительного действия бора на известкованном фоне для различных растений различно и наступает значительно позднее, чем проявляется вредное действие извести.

6. На конечном урожае по неизвесткованному фону бор дал прирост урожая на щавельке и люпине. На известкованном фоне бор на всех растениях вызвал резко выраженный прирост урожая, абсолютная и относительная величина которого для разных растений различна.

7. Положительный эффект от внесения бора по известкованному фону наблюдался не только при отрицательном действии извести, но и при положительном влиянии последней.

8. Внесение бора в почву не устраняет вредного действия извести в том смысле, как это предполагается многими исследователями. Можно говорить лишь о проявлении положительного влияния бора на известкованном фоне. Причина этого явления кроется, главным образом, внутри самого растения. При внесении бора в известкованную почву проявляется его благоприятное влияние на протекающие в растении биохимические и физиологические процессы.

9. Химический анализ сераделлы показал, что бор способствует передвижению фосфора из стеблей в листья.

ЦА 4

анализа растений

NPK + B			NPK + $CaCO_3$			NPK + $CaCO_3$ + B		
Процент CaO водно-растворимого	Процент P_2O_5 водно-растворимой	Процент P_2O_5 общ.	Процент CaO водно-растворимого	Процент P_2O_5 водно-растворимой	Процент P_2O_5 общ.	Процент CaO водно-растворимого	Процент P_2O_5 водно-растворимой	Процент P_2O_5 общ.
1.06	0,080	0,58	2,06	0,051	1,15	1,54	0,071	0,56
2,32	0,030	0,61	3,04	0,037	0,78	2,88	0,032	0,57
0,188	0,77	—	0,107	0,78	—	0,309	0,74	—
0,083	1,01	—	0,046	0,91	—	0,084	0,91	—
0,77	0,055	0,43	1,32	0,038	0,65	1,17	0,033	0,61

Литература

1. А. А. Хализев. Химические стимулянты. Москва. 1934.—2. С. П. Костычев. Физиология растений, ч. 1., Л. 1933.—3 Е. В. Бобко, О. Э. Кедрова-Зихман и М. В. Данкова. Физиологическая роль и удобрительное значение некоторых микроэлементов. Журн. Химизация Соц. Земледелия. № 2, 1934.—4. Е. В. Бобко и Г. С. Сывороткин. К вопросу о влиянии бора на рост растений на известкованных почвах. Журн. Химизация Соц. Земледелия. № 8, 1935.—5. М. В. Каталымов. О причинах вредного действия переизвесткованных кислых почв. Журн. Химизация Соц. Земледелия, № 2, 1935.—6. А. Талыблы. Значение микроэлементов и соотношения Ca и Mg для роста растений на переизвесткованных почвах. Журн. химизация Соц. Земледелия, № 7. 1935.—7. И. Д. Гамкрелидзе. Потребность в боре известкованных подзолов. Журн. Химизация Соц. Земледелия, № 10, 1934.—8. И. Д. Гамкрелидзе. Вредное действие извести и условия применения бора, как удобрения. Неопубликован. рукопись в фонде Агрохимич. отдела НИУИФ.—9. А. П. Смирнов. Из опытных работ с известью в Ленинградск. области. Журн. Удобрение и Урожай, № 5. 1929.—10. Hilda Schröter. Über die Abhängigkeit der Pflanzen vom Kalkgehalt des Standortes. Z. f. Pfl. Düng.-u. Bodenkunde T. A; B. 29, H. 1/3, 1933.—11. Д. Н. Прянишников. К вопросу известкования. Известкование почвы в связи с внесением удобрений. Сборник статей под редакцией Я. В. Самойлова.—12. Werner Scholz. Über die Chlorose der blauen Lupine und *Serradella* in ihrer Beziehung zum Eisen und Mangan. Z. f. Pfl„ Düng. u. Bod., T. A. B. 35, H. 1/2, 1934.—13. С. В. Щерба. Известкование и лен. Вопросы известкования и фосфоритования на Долгопрудном опытном поле. Труды НИУ, вып. 106.—14. Д. В. Дружинин. Отношение льна-долгунца к известкованию подзолистых почв. Из результатов вегетационн. опытов и лабораторных работ. Лабор. Прянишникова, т. XV, 1930.—15. W. H. Pierre and G. M. Browning. The Temporary Injurious Effect of Excessive Liming of Acid Soils and its Relation to the Phosphate Nutrition of Plants. J. of the Amer. Soc. of Agr., v. 27, № 9, 1935.—16. Л. Г. Гаврилова. К вопросу зольного питания *Nicotiana tabacum*. Влияние различных доз фосфора и калия на рост и развитие разных сортов табака. Ботанический журнал СССР, т. 20, № 1, 1935.—17. Л. Г. Гаврилова. К вопросу о влиянии бора на рост и развитие *Nicotiana tabacum*. Ботанический журнал СССР, т. 20 № 1, 1935.—18. А. И. Смирнов. Бор, как регулятор роста табака, в связи с реакцией питательного раствора и источниками азота. Госуд. Институт Табаковедения. Вып. 70. 1930.—19. А. П. Щербаков. Влияние микроэлементов на распределение кальция, магния и фосфорной кислоты в растении. Журн. Хим. Соц. Земледелия, № 7, 1935.—20. М. Я. Школьник. Влияние бора на развитие льна в водных и песчаных культурах. Докл. Ак. Наук (ДАН) Том 2, № 2, стр. 104, 1934.—21. М. Я. Школьник. О необходимости бора для растений. ДАН. Том 2, № 2 стр. 167, 1935.—22. М. Я. Школьник. К физиологической роли бора ДАН, т. 1, № 3, стр. 141, 1934.

M. M. MAZAYEVA

On the effect of boron upon plants

Conclusions

1. Experiments proved all the tested plants (*Lupinus luteus*, *Digitalis purpurea*, *Polygonum fagopyrum*, *Ornithopus sativus*, *Nicotiana rustica*, *Rumex acetosella*, *Brunella vulgaris*, *Linum usitatissimum*) to be susceptible of being affected by lime.

2. The negative effect of lime manifested itself in the plants even during the first stages of their development. In *Rumex acetosella*, *Lupinus luteus*, *Ornithopus sativum*, *Polygonum fagopyrum*, *Digitalis purpurea* and *Linum usitatissimum* lime, besides depression of growth, caused the appearance of a non-parasitic disease.

3. The injurious effect of lime observed during the vegetative period eventually resulted in a reduction of the yield of all the plants with the exception of *Nicotiana rustica*. The negative effect of lime on seed was much heavier than upon vegetative mass.

4. Boron removed the non-parasitic disease in the plants caused by lime, its positive effect on plant development in non-limed substrata being confined to *Rumex acetosella*.

5. The positive effect of boron on limed substrata becomes apparent in different plants at different times. It also sets in considerably later than the negative effect of lime.

6. Boron increased the final yield in *Rumex acetosella* and *Lupinus luteus* on non-limed substrata. On limed substrata boron produced a marked increase of yield in all the plants, the absolute and relative amount of which proved to differ in different plants.

7. The effect of the application of boron to limed substrata was observed to be positive in both cases: negative as well as positive influence of lime.

8. The introduction of boron into the soil does not eliminate the injurious action of lime in the way supposed by many investigators. All that may be said is that the application of boron to limed substrata results in a positive effect. The cause of this phenomenon is to be sought mainly within the plant itself. When introduced into limed soils boron favourably affects the biochemical and physiological processes occurring in the plants.

9. The chemical analysis of *Ornithopus sativum* showed boron to promote the transportation of phosphorus from the stems to the leaves.

Н. СЛУДСКИЙ и И. БУВЕРТ

Болезнь „шютте“ (опадение хвои)

Одним из главных бичей наших лесных питомников является грибок *Lophodermium pinastri*, вызывающий опадение хвои и сеянцев сосны. Эта болезнь известна у нас под названием „шютте“.

Особенно страдают двух- и трехлетние сеянцы обыкновенной сосны, которые или гибнут массами, или до того ослабляются болезнью, что гибнут при высадке на лесокультурную площадь. Более старые сеянцы, взрослые деревья, а также другие виды сосны почти не страдают от этой болезни, хотя грибок в очень слабой степени поражает и их.

В цикл развития грибка входит два вида спор: так называемые пикноспоры, неспособные производить заражение, и аскоспоры, заражающие молодые здоровые растения.

Для борьбы с врагом нужно его знать, а между тем грибок „шютте“ был очень слабо исследован.

Только Гаак (Haack) сумел выделить этот грибок из аскоспор в чистую культуру. Но Гаак не сумел найти подходящие условия его роста. Его культуры развивались очень медленно и слабо и не давали плодоношений. Искусственное заражение сеянцев сосны им не было проведено.

Мероприятия по борьбе с распространением заразы должны совпадать со временем рассеивания аскоспор. На этот счет в научной литературе имеется полное разногласие. Одни считают, что аскоспоры развиваются только ранней весной на опавшей хвое, другие, — что аскоспоры развиваются с весны и в течение всего вегетационного периода и, наконец, третьи — что аскоспоры развиваются осенью и ранней весной.

Попытка разобраться в жизненных явлениях этого грибка, проведенная в секции защиты леса Всесоюзного Научно-Исследовательского Института Агролесомелиорации и Лесного Хозяйства (ВНИАЛМИ), дала интересные результаты как для теории, так и для практики.

Выделение грибка в чистую культуру удалось легко, причем сразу же была решена основная загадка в жизни этого грибка. Он требует для своего развития чрезвычайно кислой среды. Выражая кислотность числом водородных ионов pH, мы имеем оптимальную величину pH для грибков „шютте“—3,5—4,0, т. е. такую кислотность, при которой большая часть других грибков не может расти. При этих условиях грибок дал в чистой культуре очень пышный рост, обильные плодоношения (пикниды с пикноспорами) и оказался очень вирулентным по отношению к сеянцам сосны. Искусственное заражение сеянцев давало очень быстрые результаты, с полной характерной картиной заболевания в природе.

Интересно было проверить кислотность клеточного сока сеянцев обыкновенной сосны, сеянцев имунных к этому заболеванию *Pinus strobus* и *Pinus Banksiana*, не страдающих от этой болезни.

Кислотность хвои молодых сеянцев обыкновенной сосны оказалась pH=3,5—3,7. Кислотность хвои сеянцев имунных видов сосны оказалась pH=4,9—5,0.

Отсюда вытекает путь дальнейшей научно-исследовательской работы: чтобы сделать сеянцы обыкновенной сосны имунными к грибку „шютте“, надо создать для последнего неподходящую щелочную среду. Этого можно добиться тремя путями:

1. Созданием на хвое сеянцев щелочной пленки, не допускающей прорастания спор (опрыскивание содой, известью и т. п.).

2. Изменением реакции клеточного сока внутри растения путем применения физиологически кислых удобрений (соли аммония, некоторые соли калия и др.).

3. Селекцией.

Работа в этом направлении в настоящее время проводится секцией защиты леса ВНИАЛМИ.

Попутно с лабораторными исследованиями проводились наблюдения в природе за временем развития отдельных жизненных стадий грибка. Эти наблюдения показали, что в условиях Москвы, несмотря на огромные климатические различия лета 1935 и 1936 гг., созревание аскоспор в природных условиях началось с половины августа. В 1935 г. оно продолжалось до самых морозов. Это решает спор о времени заражения сеянцев сосны грибком „шютте“ и в то же время определяет время необходимых опрыскиваний или опыливаний для борьбы с грибком. Наиболее целесообразным на основании изучения истории развития грибка следует считать три опрыскивания: в половине августа, в половине сентября и в половине октября. Следует ли провести еще одно опрыскивание ранней весной, — вопрос не решенный. Практика уже подтвердила эффективность намечаемых теоретически сроков опрыскивания.

Бесчисленные запросы о пригодности зараженных „шютте“ сеянцев для высадки на культурную площадь заставили отдел защиты растений ВНИАЛМИ обратить внимание и на эту сторону дела. Проведенные исследования показали, что при правильной посадке и мало-мальски сносных климатических условиях, как правило, выживают все сеянцы, у которых после зимовки сохранилось хотя бы ничтожное количество (2—3) зеленой неотмершей хвои. Сеянцы с отмершей полностью хвоей даже при благоприятных условиях дают больший процент гибели.

Интересны также полученные нами данные о влиянии густоты посева на заболеваемость „шютте“: при количестве 120—140 растений в рядке—заболеваемость очень слабая, при 140—180 — средняя, при 180—200 — сильная, при 200—250 — сплошная. Цифры получены после одного года наблюдения и пока не могут считаться окончательными.

Москва
Всесоюзный Научно-Иссл. Институт
Агролесомелиорации и Лесного хозяйства (ВНИАЛМИ)

ТОМ 23 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1938 № 1
TOME 23 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1938 № 1

Н. И. РУБЦОВ

Заметка о новой форме осины из Заилийского Ала-тау[1]

(Получено 28/V 1937)

Работая ряд лет в Заилийском Ала-тау, мне пришлось наблюдать в этом горном хребте небольшие осиновые лески. Они встречаются здесь даже на высоте свыше 1500 м над уровнем моря, заходя в пояс распространения тяньшанской ели (*Picea Schrenkiana* Fisch. et Mey.). Если наблюдать их в середине или даже в конце мая, то бросается в глаза поразительный факт: эти лески стоят совершенно голыми, в то время как другие лиственные породы, встречающиеся вместе с ними на той же высоте (*Betula tianschanica* Rupr., *Malus dasyphylla* Borkh., *Armeniaca vulgaris* Lam., виды *Crataegus*), уже вполне одеты листвой.

Вообще осина в горах Заилийского Ала-тау распускает листья, оказывается, позднее всех лиственных пород, встречающихся вместе с ней и даже позднее дуба. Так, например, искусственные насаждения дуба (*Quercus robur* L.) в Мало-Алматинском ущелье, близ дома отдыха Медео, на высоте около 1500 м над уровнем моря, в 1937 году 25 мая имели уже вполне сформированные листья, а расположенные по соседству с ними осинники оставались еще совершенно безлистными.

Однако предпринятое мною изучение внешних морфологических признаков этой осины пока не выявило каких-либо особых заметных черт, которые отличали бы нашу местную породу от типичной *Populus tremula* L. Единственное, на что можно было бы указать, это то, что она представлена здесь обычно всегда невысокими (10—12 м) и тонкоствольными (12—15 см в диаметре) экземплярами, но возможно, что это есть результат частых вырубок. В строении цветков, соцветий, листьев никаких более или менее заметных внешних морфологических уклонений от типичной формы осины обнаружить пока не удалось. Повидимому здесь перед нами явление, сходное с тем, которое мы наблюдаем у летнего дуба (*Quercus robur* L.), у которого, как известно, очень заметно выражены две биологические формы, описанные В. Черняевым как две разновидности — var. *praecox* Czern. и var. *tardiflora* Czern., отличающиеся между собой лишь временем цветения и распускания листьев. Наша местная горная форма осины также биологически резко отличается от типичной равнинной формы указанным выше признаком крайне позднего появления листвы, и я предлагаю выделить ее как особую разновидность — *Populus tremula* L. var. **tardifolia** N. Rubtz. (var. nova), differt a typo frondescentia tardiva. Hab. in. montibus Tianschan prope urbem Alma-Ata.

Установленная форма отличается от типа не только биологически и экологически, но, повидимому, и географически: она обитает лишь в восточном и центральном Тянь-Шане, замещаясь в западном Тянь-Шане близкой формой — *Populus hybrida* M. B. Поэтому предлагаемую новую разновидность может быть имело бы смысл выделить даже как новый вид, на что, однако, я еще не решаюсь без более тщательных морфологических ее исследований.

Крайне интересно будет поставить анатомическое изучение нашей формы, а также изучение технических свойств ее древесины.

В заключение благодарю известного знатока среднеазиатской флоры М. Г. Попова, подтвердившего мои положения, изложенные в данной заметке.

Алма-Ата
Филиал Академии Наук СССР

---

[1] Предварительное сообщение.

ТОМ 23 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1938 № 1
TOME 23 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1938 № 1

Н. В. ДЫЛИС

О северной границе сибирской лиственницы (*Larix sibirica* Ledb.) в пределах европейской части СССР

С 1 картой

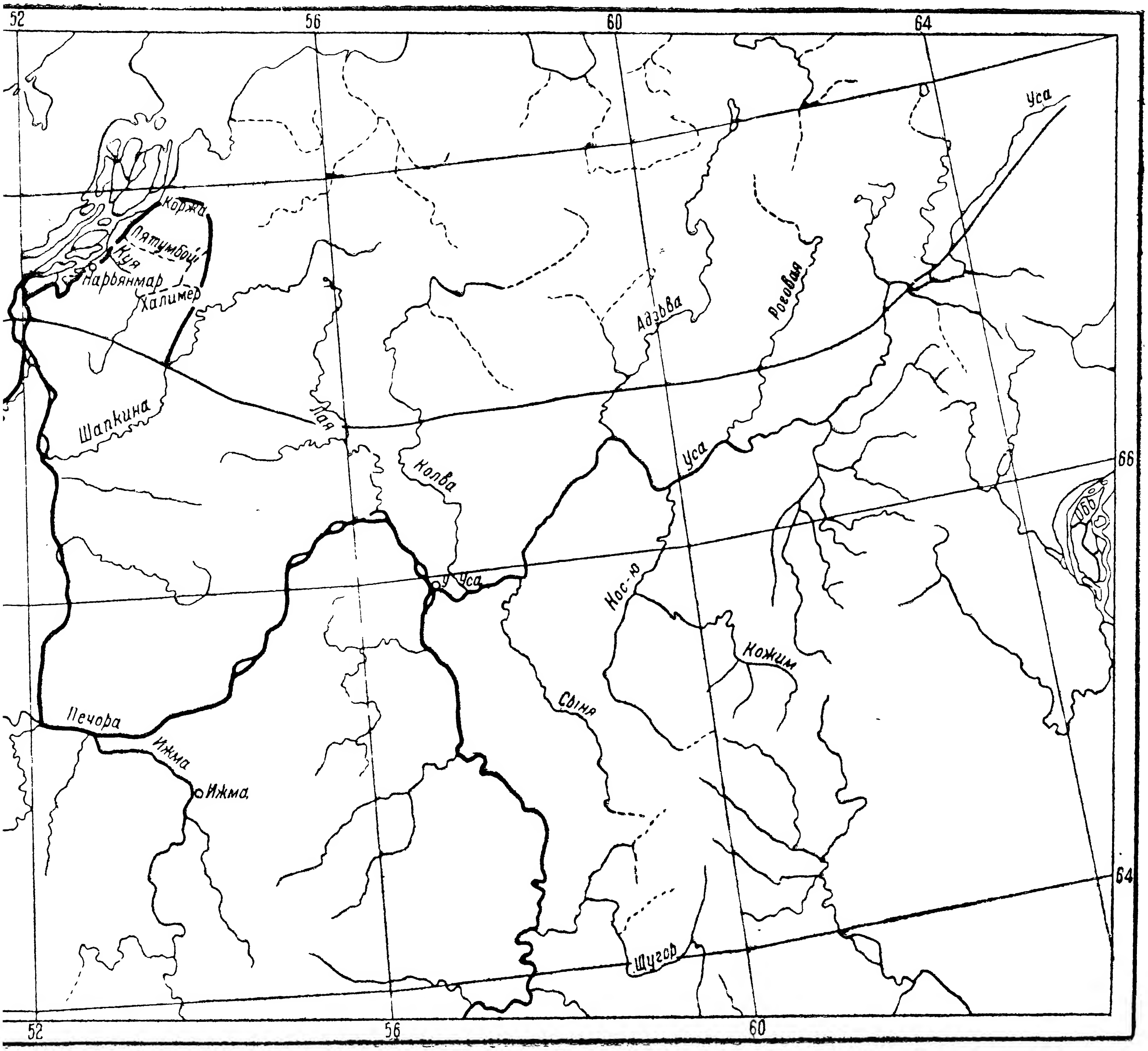
(Получено 15/V 1937)

Среди границ европейского ареала сибирской лиственницы наименее точно установлен северный предел. После Кеппена (1) эта граница еще никем не корректировалась, принимаясь без изменений рядом авторов (Сукачев 2, Пономарев 3, Ткаченко 4, Перфильев 5 и др.). Однако многочисленные геоботанические работы, проделанные на Севере за последние годы рядом учреждений и лиц, свидетельствуют о большой схематичности проведенной Кеппеном границы и настоятельно требуют общего изменения ее.

Кеппен на основании отдельных показаний первых исследователей Севера — Рупрехта, Шренка, Латкина, Богуслава, и на самом западе Максимова, проводит эту линию в своей работе следующим образом. „Перейдя Урал примерно под широтой полярного круга, лиственница, по показанию Рупрехта, на западной стороне его попадается в одной защищенной долине еще под $67^1/_4$° с. ш. Повидимому, долина эта принадлежит к верхней системе р. Усы, по которой лиственница затем идет до впадения ее в Печору. По показанию А. Шренка на Колве, правом притоке Усы, она исчезает под $66^3/_4$° с. ш., а по Хырмору (Роговой) она попадается еще при устье речки Харата-яга, название которой значит „лиственничная река“; устье это находится почти под 67° с. ш. В Печорской долине лиственница восходит почти до $67^1/_2$° с. ш., т. е. до окрестностей Пустозерска. По свидетельству Латкина, верстах в 10 от Пустозерска, есть годные на дрова еловые и лиственничные леса. Богуслав также говорит о полярной, негодной для флота лиственнице, растущей в Пустозерских дачах Мезенского уезда. К западу от Печоры до Мезенской губы северный предел лиственницы недостаточно известен. Вероятно он только мало отстает от северного предела лесной растительности вообще. По р. Индиге, впадающей в Чешскую губу, лиственницы нет, как о том сообщает А. Шренк, присовокупляющий, что здесь попадаются еще ель, можжевельник и береза. О нахождении лиственницы по р. Неси упоминают Шренк и Рупрехт. Первый показывает, что по правому берегу этой реки, близ впадения ее в Мезенскую губу, находится роща, образуемая этой породой и названная „Лиственничный остров“; а немного к северу от Малой Неси, лежит небольшой лесной оазис, состоящий из ели, березы и лиственницы и слывущий под названием „Крайнего острова“. Местность эта находится примерно под $66^3/_4$° с. ш. На лежащих еще севернее среди тундры лесных островках, по свидетельству Шренка, лиственницы нет. По р. Мезени (между 65 и 66° с. ш.) растут превосходные лиственничные леса.

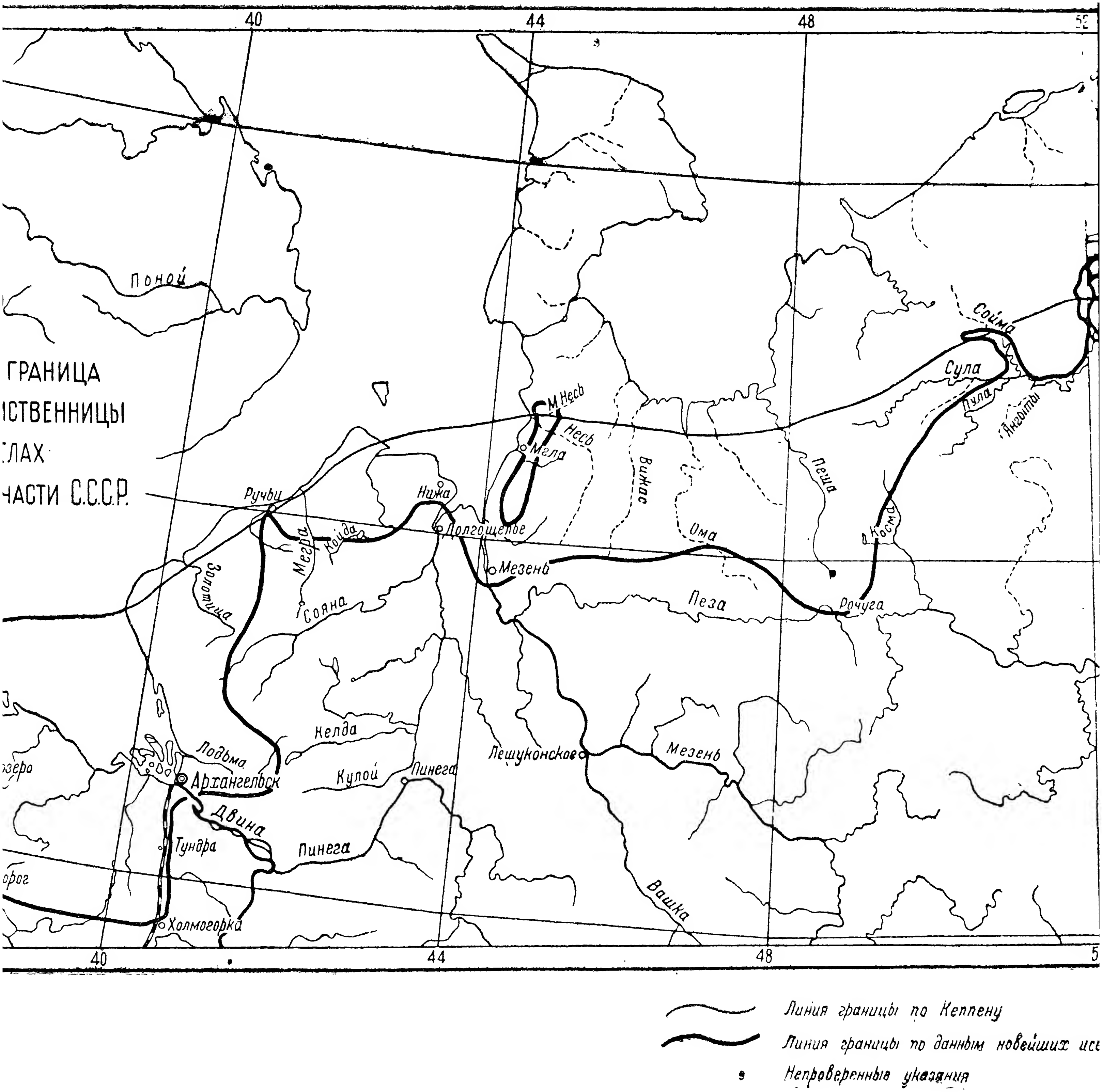
От устья р. Неси северный предел лиственницы к западу, вероятно, следует берегу Белого моря; впрочем, насколько мне известно, об этом нет точных сведений. С Летнего берега лиственница перескакивает на Соловецкий остров, где ее наблюдал Максимов“. Отсюда предельная линия лиственницы круто поворачивает к югу.

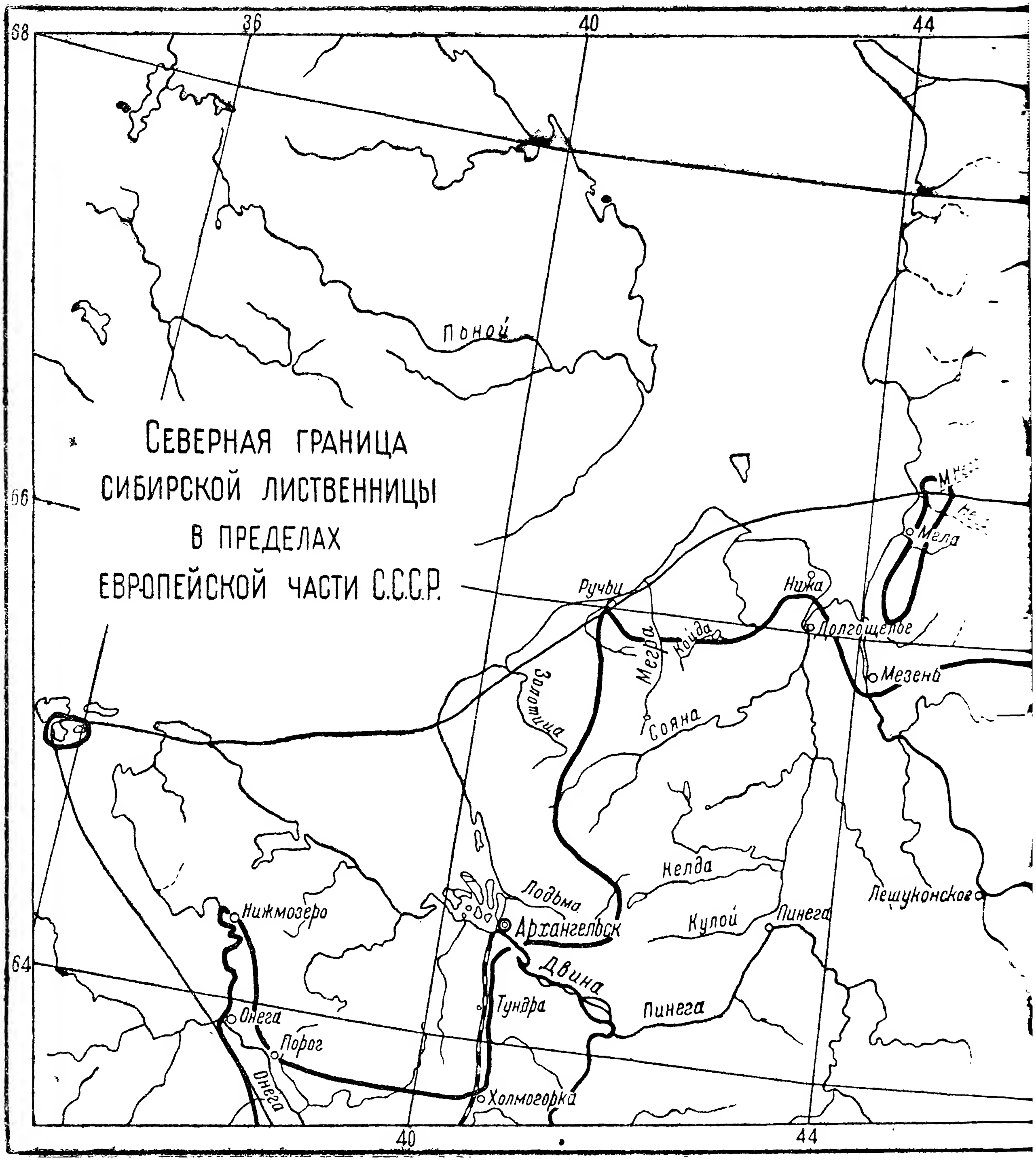
Изменения, которые мы думаем внести в начертанную таким образом границу, касаются преимущественно линии, идущей на запад от Печоры. Граница же между Печорой и Уралом, кроме Припечорья, за недостатком



Масштаб 1:3000000

исследований


ГРАНИЦА
ІСТВЕННИЦЫ
ЛАХ
ЧАСТИ С.С.С.Р.
40
44
48
Поной
Ручьи
Мегра
Койда
Нижа
Долгощелье
М Несь
Несь
Мела
Мезень
Вижас
Ома
Пеша
Сойма
Сула
Пула
Янгиты
Косма
Рочуга
Пеза
Золотица
Сояна
Келда
Лодьма
озеро
Архангельск
Кулой
Пинега
Двина
Пинега
Лешуконское
Мезень
Тундра
рог
Холмогорка
Вашка
40
44
48
Линия границы по Кеппену
Линия границы по данным новейших исс
Непроверенные указания



СЕВЕРНАЯ ГРАНИЦА СИБИРСКОЙ ЛИСТВЕННИЦЫ В ПРЕДЕЛАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ С.С.С.Р.

сведений не может быть соответственно исправлена и принимается ниже без изменений, согласно Кеппену.

Если начать рассмотрение северного предела сибирской лиственницы с востока на запад, то первые существенные поправки в начертанную Кеппеном линию вносят данные Андреева для запада Большой земли и Печорской долины.

По Андрееву (6), северный предел лиственницы на западе Большой Земли отступает от границы ели только на 20—30 км. „Чистые редколесные насаждения лиственницы“, пишет он, „развиты вдоль Пятумбоя по среднему и нижнему течению, вдоль Куи, ниже устья Халимер-ю и по водоразделу Печоры и Куи в нижнем течении. Отдельные деревья попадаются вдоль Северной и Коржи“. Местообитанием лиственницы здесь служат песчаные гряды и сопки. Таким образом в восточном Припечорье в сравнении с Кеппеном северная граница лиственницы должна быть проведена значительно севернее Пустозерска (километров на 50), до 67°55′ с. ш. По Печоре лиственница встречается до 65°45′ с. ш., доходя примерно до р. Куи. Севернее этого пункта „уже не были встречены ни ель, ни лиственница“. Растет лиственница в этих местах по дюнным песчаным всхолмлениям „на границе тундры с поймой“ и образует низкорослые, сильно разреженные лески со вторым ярусом кустарной *Betula tortuosa*. Интересно, что лиственница на Печоре восходит севернее ели. „Ель не доходит даже до р. Куи, а теряется где-то между 67°30′ и 67°45′ с. ш.“ Насколько мне известно, на европейском северо-востоке это будет единственное место, где лиственница идет севернее ели.

На запад от Печоры граница лиственницы резко опускается к югу до 67° с. ш., т. е. до р. Сулы. Корчагин, обследовавший в 1930 г. этот район, о распространении лиственницы в этих местах сообщает следующее.[1] По верхней Суле и по левым северным притокам ее ни лиственничных лесов, ни отдельных деревьев лиственницы нет. Появляется лиственница южнее, по правым притокам Сулы, а по самой Суле ниже Б. Пулы. Корчагин наблюдал ее здесь в следующих пунктах: на боровой террасе р. Сулы, близ речки Б. Пула в сообществе с березой и елью; по р. Янгыты, южному притоку Сулы и к югу от Сулы в ее низовьях в сообществе с елью. За исключением боровой террасы по Суле, в других случаях деревья лиственницы имели хороший рост, хорошо развитую крону, достигали довольно крупных размеров и не несли вообще никаких следов угнетения. На Суле же лиственница, растущая среди низкорослого лишайникового березняка, в 70 лет едва достигала 10 м в высоту и 15—20 см диам.

Чернышев (7), описывая ландшафт Сулы, также указывает, что в верхнем течении реки лиственницы нет, что лес там вообще плохой и представлен низкорослой березой и елью. В среднем же течении леса лучше — „ели достигают саженей 5 вышины, а недалеко от устья Соймы лес становится еще крупнее и показывается лиственница“. Затем Чернышев отмечает присутствие лиственницы по Урдюжской виске, притоку Соймы. Он пишет: „чем ближе к озеру Урдюги, тем заметнее становится переход к безлесной тундре; исчезает совершенно лиственница и ель, и у опушек реки видна только корявая береза и ивняк“. Есть ли лиственница по самой Сойме, или нет и тогда лиственница по Урдюжской виске — изолированный островок,— определенно заключить из описаний Чернышева нельзя. Однако, скорее всего, мелкие островки с лиственницей кое-где встречаются и по Сойме, и здесь таким образом в линии границы мы имеем дело с небольшим языком, выдающимся на север до 67°12′ с. ш. К югу от этих отдельных островков лиственница становится породой более частой и обычной, а в Цилемском бассейне, в Тиманской части имеет уже и ландшафтное значение (Дояренко Е. А.).

---

[1] За сообщение этих сведений пользуюсь случаем выразить А. А. Корчагину свою глубокую признательность.

На запад от Сульских местонахождений граница лиственницы опускается еще далее к югу. При работах в 1932 г. с А. А. Корчагиным в районе Чешской губы и Мезенского бассейна нам не приходилось встречать лиственницу ни по р. Пеше, вплоть до волока на оз. Бормат,[1] ни в районе Варшинских озер, ни по виске на р. Пезу. Граница лиственницы в этом районе проходит через верхнее течение р. Космы (крупнейший приток Цильмы) на р. Рочугу (приток Пезы). По Косме мы располагаем данными Чернышева, который сообщает следующее: „поднимаясь по Косме и по ее притокам, нетрудно видеть довольно резкую перемену в характере леса: в то время как близ Цильмы в низовьях Космы преобладает сосна, уже близ устья Кузнечихи последняя совершенно исчезает и сменяется лиственницей и елью; в верховьях Космы исчезает и лиственница, чахлый же лес состоит только из корявой березы и приземистой ели“.

По Рочуге, у самого волока на Цильму, где выходят пермские известняки, есть лиственничная роща, которую наблюдал в 1932 г. геолог Малахов А. А., а я слышал о ней неоднократно от жителей верхних выселков по Пезе. Роща эта лежит под 65°40′ с. ш.

По р. Пезе лиственница начинает появляться немного западнее д. Сафоновской и ниже по реке становится все обильнее. В районе реки Лиственничной и далее до Мезени в пойме Пезы уже можно встретить и леса с преобладанием лиственницы. Лески эти имеют сложную пятиярусную структуру, довольно пестрый флористический состав и характеризуются хорошим ростом деревьев. Особенно крупных размеров достигает лиственница: 20—25 м высоты и 60—80 см диаметром. Другие же породы значительно меньших размеров и строят второй ярус леса.

На север от Пезы лиственница далеко не заходит и в районе Чешской губы нигде не достигает линии, проведенной Кеппеном. Все реки, впадающие в Чешскую губу, лишены лиственницы на большей части своего течения. По р. Оме она, например, редкими деревьями появляется только выше Тарасовского выселка, примерно под 66°10′ с. ш. Однако выше Головной виски и особенно в окр. р. Явсора, лиственница на Оме становится более обильной и, по свидетельству К. К. Волосовича, любезно сообщившего все эти данные о лиственнице по Оме, образует даже леса. При этом встречается она здесь как в пойме, так и на песчаной боровой террасе. По более западному Вижасу лиственницы нет вплоть до самых верхних поселений, а повидимому и выше.[2] Отсутствует лиственница и на значительной части Неской долины. Граница лиственницы здесь проходит, видимо, через верховье рек, впадающих в Чешскую губу ближе к водоразделу их с реками, текущими на юг в Пезу.

О распространении лиственницы в районе Мезенского залива, помимо данных Рупрехта и Шренка, имеются более поздние сведения Якобия (8) и Житкова (9).

По свидетельству Якобия лиственница растет неподалеку от устья р. Камбалицы, что чуть севернее М. Неси, образуя на горке лесок, называемый „крайним“, как лежащий „уже на самом крае лесов в Канине“. Лиственницы стоят здесь очень редко, имеют своеобразную коническую форму ствола, острую голую вершину и низко опущенные ветви. Это указание, однако, касается, видимо, того же самого леса из лиственницы, березы и ели, который наблюдал и Шренк, к северу от Малой Неси, и тоже известный под названием „Крайнего острова“. Далее, Якобий отмечает лиственницу по летней дороге из с. Неси в д. Мглу. Судя по описанию, лиственница здесь также плохого роста, слабо охвоена и имеет сухие вершины, но встречается довольно часто по всей дороге.

---

[1] По рассказам местных охотников лиственница, однако, в количестве двух деревьев растет в верховьях Пеши, выше хайминских порогов. Нами это указание наносится на карту с вопросом.

[2] Со слов местного населения одно или два дерева лиственницы растут в самых верховьях Вижаса. Однако к данным этим приходится относиться осторожно.

Житков, давая описание р. Мглы, также сообщает, что по дороге на Несь лиственница не составляет редкости и вместе с елью образует типичные криволесья.

К югу от этих мест распространение лиственницы изучено плохо. Есть указание Шренка, что лиственница совершенно отсутствует от р. Пыи до Мезени. Но и в окрестностях г. Мезени лиственницы нет, поскольку мы смогли убедиться в этом в 1932 г. Она по Мезени появляется выше неподалеку от д. Заозерья. По всей вероятности упомянутые местонахождения лиственницы являются крупным островом, вытянутым вдоль Мезенского залива с юга на север, от р. Пыи до М. Неси и Камбалицы. Следует отметить, что до самого моря лиственница здесь не доходит, отставая от других пород на десяток, другой километров.

На запад от Мезени, по Зимнему берегу мы о распространении лиственницы располагаем данными, собранными Поле (10), Леонтьевым (11), Соколовским (12) и Житковым (9). Северная граница лиственницы, проведенная на основании этих материалов, проходит по всему побережью значительно южней, чем у Кеппена, и нигде не доходит до берега моря.

На Мезенском побережье, по данным Леонтьева, лиственница отсутствует на пути из с. Долгощелья в д. Нижу и по р. Койде, вплоть до южных берегов Койдозера. Далее на запад, по тем же данным, лиственницы нет по нижнему течению р. Мегры. Самые крайние местонахождения лиственницы в этом районе лишь немного переступают к северу 66 параллель. В обилии же лиственница появляется несколько южней этой широты по левым притокам Кулоя, где произрастает на карбонатных группах, и по долинам рек нередко образует леса. Леонтьев для этих мест отмечает как чистые мшисто-лишайниковые лиственничники V бонитета, так особенно смешанные с елью травяные и зеленомошные лиственничники III—IV бонитетов.

Житков, посетивший низовья Кулоя, сообщает, что лиственница растет по Кулою близ речки Каменки, ниже с. Долгощелья километров на 15, а также в окр. р. Лиственничной, в 8 км от Мезенского залива. Близ Каменки лиственница растет хорошо и достигает крупных размеров. У Лиственничной же лиственницы хотя и попадаются до 16—18 м в высоту и 30 см диаметром, но в общем рост их заметно хуже, немало стволов усохших или усыхающих и „окутанных бородатым лишаем (*Usnea barbata*)". Однако, до Несских криволесий этим лесам еще далеко.

В западной части Зимнего берега, по свидетельству Леонтьева, лиственница отсутствует по р. Лодьме и на всей обширной территории Лодьмо-Золотицкого междуречья. Крайне западными пунктами, где ему встретилась здесь лиственница, были: юго-восточная часть Товского озера, верховья р. Ерны, верховья Келды, Пачуги, а на самом юге уже близ Архангельска — речки Юра.

Отсутствие лиственницы по Зимнему берегу вплоть до р. Ручьи констатирует и Поле. Однако, по свидетельству Соколовского, в окр. д. Ручьи, километрах в 12 от моря лиственница есть и даже образует лес со вторым ярусом из ели и березы. Несмотря на бедные песчаные почвы и на близость участка к морю, лиственница растет здесь хорошо. Соколовский по этому поводу пишет следующее: „Раньше здесь был толстомерный лиственничный лес, о чем свидетельствует немало оставшихся пней и лежащих полусгнивших стволов до 12 вершков в диаметре (!). Теперь же — прекрасные лиственничные молодняки состава: 5Л 3Б 2Е. Рост лиственницы хороший. В 50 лет она достигает 3 вершков толщины и 9½ аршин в высоту".

Таким образом, на Зимнем берегу северная граница лиственницы—от Мезени поднимается сначала к северо-западу, примерно, до 65° с. ш. и пересекает Кулой недалеко от Мезенского залива, верхнее течение Койды (у Койдозера), низовья Мегры и направляется к морю до д. Ручьи. Отсюда линия границы резко поворачивает на юг, на верховья Лодьмы и проходит через Товское озеро и верховья рр. Ерны, Келды и Пачуги. От р. Лодьмы граница снова изменяет направление на запад и возле р. Юра (64°30′) пересекает Двину.

На левобережье Двины, по свидетельству Соколовой (13), лиственница пользуется очень скромным распространением. Так, в прилегающем к Двине Холмогорском районе она попадается единичными угнетенными экземплярами и едва доходит до линии железной дороги между станциями Холмогорка и Тундра. Далее на запад лиственница и вовсе исчезает и отсутствует почти на всем Онежском полуострове. Только по южному берегу его от Онеги, примерно, до Нижмозера, лиственница встречается на древних морских отложениях, идущих узкой полосой по берегу моря. Здесь лиственница довольно обильна и вместе с сосной образует леса. Граница ее между Холмогорским районом и этими местами проходит примерно под 63°40′ с. ш. от ст. Холмогорки на с. Порог (на р. Онеге).

У Нижмозера северная граница лиственницы, если не считать лиственницы на Соловецком острове, стоящем совершенно изолированно, круто поворачивает к югу на р. Онегу.

Таким образом и в этой части северного предела лиственницы с границей, проведенной Кеппеном, мы видим большие расхождения.

Основываясь на вышеприведенных материалах, северную границу распространения лиственницы можно провести теперь следующим образом: от Урала до Шапкиной, по Кеппену, без изменений. От среднего же течения Шапкиной к северу, на верховья Коржи, где лиственница на европейском северо-востоке достигает наиболее высоких широт—67°55′ с. ш.; далее вдоль Коржи на запад к Печоре и по Печоре резко к югу до р. Сулы (около 67°). В бассейне Сулы граница снова поворачивает к северу на Урдюжскую виску, откуда опять на юг через М. Пулу на верховья рр. Космы и Рочуги под 65°45′ с. ш. Далее на запад граница лиственницы следует в общем линии водораздела рек, текущих на юг в Пезу, и на север в Чешскую губу. На Мезень она выходит в окр. Заозерья. На Зимнем берегу граница лиственницы поднимается сначала к северу до Кулоя (66° с. ш.), а затем сворачивает на запад и через верховье Койды, нижнее течение Мегры следует к морю до д. Ручьи. Отсюда граница круто изменяет свое направление на юг и проходит через Товское озеро, верховья р. Ерны на верховья р. Лодьмы. Далее она направляется на запад к Двине. Перейдя последнюю возле р. Юры под 64°30′ с. ш., лиственница отсутствует почти по всему Онежскому полуострову, а граница ее проходит от Двины на юг приблизительно по железной дороге до ст. Холмогорка, откуда резко поворачивает на запад к с. Порог на р. Онеге. Затем, следуя берегу моря, лиственница на Онежском полуострове доходит до Нижмозера. Нахождения же лиственницы на Соловецком острове и по Мезенскому заливу от Неси до Пыи следует рассматривать как островные, изолированные от более или менее сплошного ареала.

Сопоставляя начертанную таким образом северную границу лиственницы с пределами других древесных пород, а также и с пределами распространения сплошных лесов, нетрудно заметить следующее:

1. Граница лиственницы всюду отстает от северного предела ели и тем более березы, причем это отставание сильнее на западе. На западе же, вплоть до Сулы, лиственница исчезает даже раньше сосны. По мере движения к востоку интервал между границами этих пород сокращается, достигая минимума в восточном Припечорье. На Урале же, как известно (15), лиственница даже значительно опережает ель. Сосна же отстает от лиственницы еще на Печоре.

2. Граница лиственницы на запад от Печоры в общем сильно отстает и от полярного предела лесов. Только по Урдюжской виске и по М. Неси островки лиственницы располагаются непосредственно у этого предела. На восток от Печоры лиственница почти повсеместно доходит до границы сплошных лесов, часто заходит в южную лесотундру, а по рр. Куе и Корже близка и к границе тундровой зоны.

Обращаясь теперь к анализу экологической обстановки, в которой обитает лиственница на северном пределе своего ареала, мы из приведенных выше данных видим, что встречается она в условиях очень разнообразных:

от пойм рек и склонов в долины с богатыми перегнойно-карбонатными почвами в западных районах до бедных, а порой и раздуваемых песков в приречных и водораздельных частях Печорских притоков (Пятумбой, Коржа, Куя и сама Печора). Нигде, однако, лиственница не отмечена для мест заболоченных, а также непосредственно прилегающих к морю. Далее, как оказывается, лиственница на северном пределе встречается не только как примесь к другим породам, а очень чисто сама образует леса. Леса эти весьма разнообразны. На Печоре и по ее крайне северным притокам Корже, Куе и др., а также и на Неси, лиственница образует низкорослые и так сильно разреженные древостои, что говорить о лесе тут собственно и нельзя. Лиственничники эти относятся уже к редколесью. В западных районах, наоборот, лиственница обычно строит наиболее производительные леса, имеющие сложную структуру и большое флористическое разнообразие. Редко леса этого типа бывают чистые, обычно же помимо лиственницы большое участие принимает еще ель, меньше сосна и береза. Примеси эти также отличаются хорошим ростом и иногда достигают размеров лиственничных стволов.

В заключение необходимо остановиться еще на причинах, обусловливающих современное положение северного предела лиственницы на европейском северо-востоке. Кеппен (1), затрагивая этот вопрос, полагает, что северная и южная границы обусловлены факторами климатическими, а западная — почвенными. При этом, если южная граница связывается с годовой изотермой в +3° С, то для северной „имеет значение не годовая, а летняя температура“. В конце концов Кеппен приходит к выводу, что северный предел лиственницы обусловливается июльской изотермой в +10° С, с каковой он ближе всего совпадает.

Однако, подобное заключение для всей северной границы лиственницы не может считаться справедливым. Не говоря уже о всей неудовлетворительности подбора к предельной линии ареала какого-либо растения той или иной изотермы (месяца или года), позволю себе усомниться в том, что средняя июльская температура будет одинаковой и под Нарьянмаром, в лесотундре, и на южном берегу Онежского полуострова, чуть ли не в средней тайге.

Исходя из вышеприведенных материалов, северный предел лиственницы в отдельных своих частях обусловлен, как нам кажется, разными причинами.

На восток от Печоры граница лиственницы действительно обусловлена климатическими факторами (скорее всего — суммой летних температур) и проходит во всяком случае близко к своему климатическому пределу. Это хорошо подтверждается угнетенным ростом лиственницы в этих местах, где она образует характерные для лесотундры редколесья.

На запад от Печоры лиственница, как мы видели выше, почти везде очень сильно отстает от границы лесов и за исключением Урдюжской виски и Малой Неси нигде не несет никаких следов угнетения. Наоборот, рост ее в этих местах хороший. Леса же, образуемые ею, хорошо сомкнутые и имеют по сравнению с другими лесами наивысшую производительность. За исключением Неских островков, от своего климатического предела лиственница здесь далека. Причины же, не позволившие ей продвинуться в этих местах далее на север, представляются нам историко-конкурентными: лиственница здесь, как и на западной границе, при расселении с востока натолкнулась на мощных конкурентов—ель и сосну.

Заканчивая эту краткую статью, считаю долгом принести глубокую благодарность А. А. Корчагину за просмотр карты и ценные указания, сделанные им.

Архангельск
северная База Академии Наук СССР

Литература

1. Кеппен Ф. Географическое распространение хвойных дерев в Европейской России и на Кавказе. 1885. — 2. Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники Москва—Ленинград. 1934 — 3. Пономарев Н. А. Лиственницы СССР. Гослестехиздат. 1934. — 4. Ткаченко М. Е. Леса России. Богатства России. Издание Кепс. 1922. — 5. Перфильев И. А. Флора Северного Края. Севкрайгиз 1934. — 6. Андреев В. Н. Типы тундры запада Большой Земли. Тр. Бот. Музея АН СССР, вып. XXV, 1932. — 7. Чернышев Ф. Н. Орографический очерк Тимана. 1915. Тр. Геол. Ком. 1. XII, № 1. — 8. Якобий А. И. Поездка в Канинскую тундру. Тр. Об-ва естеств. при Казанском ун-те. т. XXIII, в. 1, 1892. — 9. Житков Б. М. По Канинской тундре. Известия Русск. Геогр. Об-ва, X; 1, № 1.—10. Поле Р. Р. О лесах сев. России. Тр. опытн. л-в, 1906. — 11. Леонтьев А. М. Геоботанические р-ны Беломорско-Кулойской части Сев. Края. „Геоботаника“, сер. III, вып. 2, 1935. — 12. Соколовский В. Типологический очерк лесов Архангельской губ. по данным разных исследователей и личным наблюдениям. Лесной Журнал, 1908, — 13. Соколова Л. А. Материалы к геоботаническому районированию Онего-Северодвинского водораздела и Онежского п-ва. „Геоботаника“, сер. III, вып. 2, 1935. — 14. Сочава В Б. Пределы лесов в горах Ляпинского Урала. Тр. Бот. Музея Ак. Наук СССР, вып. XXII, 1930.—15. Ильинский А. П. Методы и задачи изучения географического распространения древ. пород в СССР. Тр. по Прикл. Бот., Генетике и Селекции, т. 21, вып. 3, 1928. — 16. Григорьев А. А. Полярная граница др. растительности в Большеземельской и некоторых др. тундрах; факторы, ее обусловливающие, и т. д. — 17. Сукачев В. Н. К истории развития лиственниц. Лесное Дело, 1924. — 18. Цинзерлинг Ю. Д. О северо-западной границе сибирской лиственницы. Геоботаника. Серия III, вып. 1, 1933. — 19. Толмачев А. И. О распространении древесных пород и о северной границе лесов и области между Енисеем и Хатангой. Тр. Полярной Ком. А. Н., вып. 5, 1932 г. — 20. Танфильев Г. И. Пределы лесов в полярной России. 1910.

N. V. DYLIS

On the northern limit of the Siberian larch within the European part of the USSR

Summary

The aim of the present paper is to draw the northern limit of the Siberian larch with greater precision than it was done by Köppen for the European part of the USSR. As a result of the corrections introduced by the author this limit assumes the shape of a rather sinuous line passing west of the Pechora much farther southward than Köppen supposed. East of the Pechora along the rivers Kuya, Piatumboy and Bielaya, on the contrary, it turns to the north and nearly touches 63° n. l. The causes determining the actual position of the limit in its different parts are not the same. If the larch attains its climatic limit east of the Pechora it nowhere attains it west of the river with the exception of a tongue along Sula river and an island along the Mezen Bay. Here its limit depends on causes of a historical and competitive order.

Л. А. ИВАНОВ

О применении искусственных источников света для культуры растений[1]

Критический обзор литературы по светокультуре

Необходимость настоящего обзора, мне кажется, не требует особых доказательств. Светокультура сейчас применяется все шире и шире для теоретических и для практических целей. Физиологу она дает для его опытов растение, выращенное при вполне определенных, заранее данных, световых условиях. Селекционеру она позволяет получить несколько поколений однолетников в год, что чрезвычайно ускоряет его работу. Практику же светокультура дает возможность выращивать зимой цветы, плоды и различные овощи. Вследствие такого широкого применения светокультуры интерес к ней очень усилился не только за границей, но и у нас в Союзе. Однако вопрос о наиболее эффективном источнике света, а также о наиболее рациональном использовании его для культуры растений еще далеко не разрешен, несмотря на довольно длинную историю попыток в этом направлении.

Настоящий обзор представляет критическую сводку таких попыток. На ошибках и успехах предыдущих исследователей легче всего выясняется наиболее правильный путь для дальнейших исследований.

Все исследования, касающиеся главным образом высших растений, разделены на две группы: 1) поиски источников света для светокультуры до мировой войны, 2) разработка светокультуры с газополными лампами. Обзор исследований о значении различных лучей спектра для светокультуры предполагается дать в особой статье. В настоящий обзор вошли в первую очередь работы, в которых исследовался рост и развитие растения в целом у высших растений. Исследования над влиянием света на отдельные физиологические процессы вошли только постольку, поскольку это было необходимо для выяснения успеха или неуспеха светокультуры всего растения.

ГЛАВА I

Поиски искусственных источников света для светокультуры до мировой войны

Для изучения отдельных физиологических процессов, а именно, для разложения углекислоты, искусственное освещение применялось (с отрицательным результатом) еще в начале XIX столетия Декандолем (аргандова лампа) и Био (геодезический сигнальный фонарь).

Герве-Мангон (Hervé-Mangon, 1861) применил электрическое освещение для получения зеленых проростков и вызывания гелиотропических изгибов. Более систематическое применение искусственного света, в виде света керосиновой лампы, было сделано А. С. Фаминцыным. Он и затем его ученик И. П. Бородин применяли этот источник света при изучении самых различных процессов: роста проростков (1865), образования крахмала (1866), прорастания спор, клеточного деления и т. д. Для этого был сконструирован особый аппарат (1868), где слабый свет лампы (12 свечей) усиливался рефлектором и линзой. Впоследствии в семидесятых годах прошлого столетия керосиновая горелка заменялась газовой, и Фаминцын получил при помощи его выделение кислорода листьями высшего растения.

---

[1] В настоящей статье частично использован обзор, составленный в 1932 г. по предложению Физ. Агр. Инст. в Ленинграде. Краткое извлечение из этой статьи было доложено на общем собрании Гос. Бот. Общ. 22/XI 1937 г.

В семидесятых годах Гейнрих (Heinrich, 1876) получил выделение кислорода разными растениями при помощи света магния, а Прилье (Prilleux, 1877) достигал того же при помощи друммондова света (известь, накаленная пламенем гремучего газа). Из этих источников света, не получивших дальнейшего распространения, можно упомянуть о магниевой лампе, которую значительно позднее применил Толомеи (Tolomei, 1894) для 15-дневной культуры бобов и маиса. Как ни несовершенны были эти попытки, но они показали, что важнейший для растения процесс ассимиляции углекислоты, а также и другие процессы, требующие света (зеленение), могут происходить и на искусственном свете, в чем ранее сомневались [Сакс (Sachs, 1865) р. 24]. Отсюда возникла мысль получить полное развитие растения, заменив естественный свет полностью или частично искусственным. Осуществление этой мысли сделалось возможным с прогрессом техники электрического освещения, когда появились сильные электрические фонари с вольтовой дугой. Первые опыты, где искусственный свет был применен в широком масштабе для получения полного развития растений, были сделаны немецким инженером Сименсом (Siemens, 1880—81) в Англии и Дегереном (Dehérain, 1881) во Франции.

Сименс, после некоторых предварительных опытов, провел зимой 1880—81 г. культуры с вольтовой дугой в большом масштабе. Он работал с 2 лампами, по 4000 свечей каждая, из которых одна была в стеклянной защите и находилась в застекленном домике объемом в 2318 ф^3, другая же без стекла, но с рефлектором, висела на высоте 12—14 футов над открытой (?) теплицей. Опыты начались 23 октября 1880 и продолжались до 7 мая 1881 г. Днем растения пользовались естественным светом, и лампы горели только с 5—6 часов дня до рассвета—всего около 12 часов ежедневно (кроме воскресений). Таким образом в этих опытах растения получали электрический свет только дополнительно. Одна половина суток приходилась на естественное освещение, другая—на искусственное. Опыты со светом дуги без стекла были неудачны, и Сименс вполне правильно установил причину этой неудачи во вредном влиянии ультрафиолетовых лучей вольтовой дуги. Дуга под стеклом, поглощающем их, давала очень хорошие результаты. Горох, посеянный в конце октября, дал зрелые плоды к 16 февраля, кусты малины, перенесенные в теплицу 16 декабря, дали зрелые плоды 1 марта. Посаженные в то время земляника и виноград дали ягоды—первая к 14 февраля и второй—к 10 марта. Размеры плодов, вкус, аромат и окраска превосходили плоды, полученные в теплице только при естественном освещении. Семена также были вполне здоровыми, как в этом убедился Сименс, выращивая растения из полученных в опыте семян гороха. Опыты с хлебными злаками дали менее благоприятный результат. Пшеница, ячмень и овес развивались очень быстро, но не созрели и полегли, достигнув длины 30 см. Сименс не считал свои опыты вполне законченными, но достаточными для введения электрического освещения, вместе с силовой установкой в практику садоводства.

Менее удачны были опыты Дегерена, поставленные в том же 1881 г. на электрической выставке в Париже. Он сделал первую попытку культивировать совсем без естественного освещения. Опыты производились с более слабой, чем у Сименса, вольтовой дугой около 2000 свечей. Здесь также обнаружилась невозможность применять дуговую лампу без стекла—растения и части их, освещенные непосредственно лучами вольтовой дуги, быстро отмирали. Однако и при защите стеклом результаты были неудовлетворительны. Света было достаточно только для того, чтобы сильные, хорошо развившиеся растения не отмирали. Для развития же молодых растений, для цветения и созревания плодов искусственный свет был недостаточен, действовал ли он в течение круглых суток или только ночью, как дополнение к естественному освещению В том и другом случаях молодые растения обнаруживали ясные признаки этиолизации. Это указывает на то, что не только интенсивность искусственного (расстояние от лампы не указывается), но и естественного света в данном случае была слишком слаба, что и неудивительно, так как опыты велись в выставочном здании, не приспособленном для культуры растений. Кроме того и самое пользование лампой для успеха требовало известных условий, несоблюдение которых вызывало неблагоприятный результат даже при защите дуги стеклом. Значительное удаление растения от нее слишком ослабляло свет, тогда как слишком большое приближение к ней вызывало перегревание растения. Этим последним обстоятельством, повидимому, следует объяснить вредное действие, которое получал через 10 лет Бэли (Bailey, 1892) при защищенной молочным стеклом дуге в 2000 свечей на близком расстоянии. Вредное влияние на развитие обнаруживалось даже в том случае, если растения освещались дугой только ночью; днем же пользовались, как у Сименса, естественным освещением теплицы. Растения уже через неделю или отмирали, или были очень слабы. Вероятно, они перегревались дугой.

Гораздо более тщательными были опыты Бонньe (Bonnier, 1895), хотя он для получения сильной вольтовой дуги должен был работать в помещении, по его собственным словам, далеко не приспособленном для культуры растений (электрический павильон Центрального рынка в Париже). Поэтому довольно большое число видов совсем нельзя было культивировать, и автор брал или уже выращенные горшечные экземпляры древесных пород до пробуждения почек: липу, явор, конский каштан, бук, австрийскую сосну, ель, тисс и др. и выдерживал их весь сезон при искусственном освещении, или проращивал клубни, корневища и реже семена травянистых растений и наблюдал строение развившихся проростков и молодых побегов. Полного развития у травянистых растений он, повидимому, не получал. Растения располагались в различных расстояниях, от 1,5 до 4 м, от дуги, помещенной в стеклянном шаре. Сила света непосредственно не измерялась, но, судя по силе тока дуги (8 ампер), она была около 2000 свечей. Ассимиляция, измеренная по выделению кислорода листом лютика *Ranunculus bulbosus* на расстоянии 2 м, по словам автора, была только в 4 раза меньше, чем на солнечных лучах. Особого значения одиночной цифре этого измерения, приводимой Бонньe, придавать нельзя, тем более, что результаты культур указывали, что сила света, повидимому, была все же недостаточной.

Часть растений подвергалась действию электрического света непрерывно в течение суток, другая же часть—только с 6 часов утра до 6 часов вечера, остальное же время закрывалась черным ящиком с отверстиями, допускавшими циркуляцию воздуха. Контролем служили нормальные растения, развившиеся при естественном освещении со сменой дня и ночи, и растения в темноте. Температура и влажность воздуха днем и ночью держались довольно постоянными (13—15° соответственно 66—72%). Сравнительное исследование опытных растений с контрольными показало, что при непрерывном освещении дугой растения давали побеги, сильно отличавшиеся от нормальных. Растения получались более густой зеленой окраски, причем хлоропласты развивались не только в тканях, нормально их содержавших, но и там, где их обыкновенно не было. Так, они появлялись в коре сплошь до эндодермы, в сердцевинных лучах и даже в сердцевине одногодичных побегов. Ткани, однако, диференцировались слабее, чем в нормальных экземплярах. В листе, например, слабо развивалась палисадная и складчатая (у сосны) паренхима и склеренхима. В стебле задерживалось одревеснение склеренхимы и т. д. В общем, наблюдалось то упрощение строения, которое в более резкой форме характеризовало растения, выращенные в полной темноте за исключением, конечно, зеленой окраски, которая, как указывалось при непрерывном освещении у опытных растений, была особенно сильно развита. Поэтому Бонньe называет подобное развитие, получающееся при непрерывном освещении дуги „зеленой этиолизацией" и приписывает это явление непрерывности освещения.

Растения, развившиеся на таком же свете, но с затенением 12 часов в сутки, были по своему строению ближе к растениям нормальным, развившимся при обычной смене естественного освещения. При изменении интенсивности света с изменением расстояния от дуги диференцировка увеличивалась с усилением света, но гораздо слабее на непрерывном свете, чем на свете с перерывами. Этот вывод Бонье о вредном влиянии непрерывности освещения был принят в ботанической литературе без достаточной критики. Опыты Гарвея и Максимова его не подтвердили. Вероятно, Бонье имел дело с непрерывно длительным действием не вполне устраненных в вольтовой дуге ультрафиолетовых лучей. Следует кроме того заметить, что вряд ли правильно Бонье называет этиолированными те патологические формы, которые при этом были получены. Правда, судя по рисункам автора, они отличаются, подобно этиолированным, слабым развитием листьев, но характерного для этиолизации удлинения междоузлий нет. Наоборот, междоузлия скорее укорачиваются. Бонье обращал главное внимание на диференцировку тканей, но наблюдавшееся упрощение их строения, как в настоящее время известно, не является специфической реакцией на ослабление света. Оно вызывается целым рядом других факторов и скорее свидетельствует о патологическом состоянии растения. Такое состояние в опытах Бонье, помимо неподходящего освещения, могло быть вызвано и другими причинами, так как опыты производились в помещении, совсем не предназначенном для культуры растений (pavillon électrique).

Исследования Бонье были последними исследованиями, в которых вольтова дуга применялась как источник света. С конца девяностых годов техника освещения перешла к лампам накаливания. Подводя итог всем исследованиям с дугой, можно сделать вывод, что при известных предосторожностях дуга может дать хороший подсобный источник света к свету естественному в зимнее время, но получить полное развитие единственно с этим источником света никому не удалось.

После периода работ с вольтовой дугой работы с искусственным светом почти прервались на целых 15 лет — до 1910 г. За этот промежуток только Рэн (Ran) сделал первую попытку в 1895 г. применить лампочки накаливания для культуры растений. Как добавочный источник света в течение ночного времени они, как он указывает, оказывали благоприятное действие на рост растений в оранжерее. Однако, Телен (Thelen, 1910) сомневается, на основании собственного опыта, чтобы малая интенсивность такого освещения (не более 7 угольных ламп по 16 свечей) могла вызвать указанный автором эффект. В настоящее время, принимая во внимание явления фотопериодизма, мы должны допустить эту возможность для длиннодневных растений.

В девяностых годах прошлого столетия и в девятидесятых нынешнего в лабораторной практике широко применялась в качестве искусственного источника света газовая горелка Ауэра. С ней произведено довольно много работ по фотосинтезу (Требу, Любименко и др.) Длительные культуры производили Рэн (1902) и Иорнс (Jorns, 1906), пользуясь этой горелкой как дополнительным освещением в ночные часы, с положительным результатом. То же самое получил несколько ранее Корбетт (Corbett, 1899).

Только с новым оживлением в технике электрического освещения начали снова появляться опыты с культурами на искусственном свете.

В 1910 г. Телен впервые применил для этой цели увиолевую лампу и лампу Нернста. Первая была тогда впервые выпущена фирмой Шотта и представляла собой ртутную лампу на 3 ампера при 220 вольт, длиной 60 см и 2,3 см диаметром, в оболочке из особого фосфорно-бариева стекла, которое пропускало ультрафиолетовые лучи до 253 μμ. Растения стояли на расстоянии $^1/_2$—1 м от лампы и освещались от 7 часов утра до 7 часов вечера в темном помещении в течение 3—6 недель с начала мая. Для сравнения те же растения одновременно росли в полной темноте. При прорастании семян овса, гороха, бобов, свеклы и гречихи проростки зеленели, но росли, как этиолированные растения, до полного истощения резервных веществ, после чего они начинали подсыхать. Истощение освещенных увиолевой лампой растений начиналось даже раньше, чем в темноте, хотя стебли в последнем случае вытягивались несколько сильнее. Вообще же, освещенные растения, кроме зеленой окраски, во всем приближались к этиолированным. Очевидно, линейный спектр ртутной лампы, почти не содержащий красных лучей, и наоборот, очень богатый ультрафиолетовыми и притом коротковолновыми лучами, был совершенно непригоден для светового питания. Мало того, повидимому, он усиливал трату вещества на дыхание. Действительно, определение сухого вещества у освещенных увиолевой лампой растений и у растений в полной темноте обнаружило во всех случаях у освещенных растений потерю в сухом веществе бо́льшую (на 5—10%), чем у затененных. Это усиление траты вещества было тем больше, чем растения были сильнее освещены, хотя, судя по опытам с элодеа (метод пузырьков) в сосуде из увиолевого стекла, фотосинтез был возможен. Повидимому, также не исключена была возможность бо́льшего нагревания освещенных растений. Хотя сам автор отмечает, что температурные условия на свету и в темноте были одинаковы, тем не менее из описания опытов не видно, чтобы за температурой велись систематические наблюдения. Предполагаемое вредное действие увиолевой лампы вследствие озонизации ею воздуха, автор устранял усиленной вентиляцией. Быстрого непосредственного вредного влияния увиолевой лампы, подобного действию незащищенной дуги, автор не наблюдал. Проростки в течение месяца не обнаруживали повреждений, если только запасных веществ было достаточно. Специальные опыты над движением плазмы у элодеи показали, что 10—12-часовое действие лампы на расстоянии 15—20 см не обнаруживало какого-либо вредного влияния на плазму, поэтому автор приходит к заключению, что главным препятствием к нормальному росту было недоразвитие ассимиляционного аппарата (листьев и хлоропластов) и усиленное потребление запасов на дыхание. Смертельное же действие на высшее растение, повидимому, свойственно лучам с волной короче 253 μμ.[1]

Кроме увиолевой лампы Телен выращивал растения также при свете лампы Нернста. Последняя лампа, в противоположность первой, отличается обилием желто-красных и малым содержанием ультрафиолетовых лучей. Поэтому ее можно употреблять без стеклянной защиты. В видимой части спектр ее, по Нернсту, соответствует спектру черного тела при температуре 600°. Телен освещал растения 3 лампами по 250 свечей, т. е. в общей сложности — 750 свечами. Объектами служили прорастающие семена овса, гороха, гречихи и белой горчицы. Опыт начался в середине августа и продолжался 6 недель. Были поставлены 4 комбинации естественного и искусственного освещения и одна серия в полной темноте. Растения росли в деревянных ящиках по 5—20 штук в каждом. Во время роста они подвергались измерению, а затем, по окончании опыта, определялся их сухой вес.

Получились следующие результаты, пересчитанные на 100 экземпляров:

	Вес в граммах			
	овес	горох	гречиха	горчица
I. Дневной свет (северное окно)	13,1	15,2	9,5	7,3
II. Дневной свет и 12-час. лампа Нернста	14,6	24,2	8,5	12,5
III. 12.-час. лампа Нернста и 12-час. темнота	3,6	19,5	1,8	1,7
IV. 24-час. лампа Нернста	8,0	25,4	8,7	4,9
V. Темнота	2,2	13,6	1,0	0,5

Приведенная таблица показывает, что лампа Нернста может служить для светового питания растения — все освещенные растения дали более или менее значительный прирост вещества по сравнению с растениями в темноте.

---

[1] Эти данные расходятся с данными В. Анри (1918), который нашел сильное коагулирующее действие ультрафиолетовых лучей на белки плазмы уже около 280 μμ. У Телена же лучи были еще более коротковолновыми. Они доходили до 253 μμ.

Горох дал при всех комбинациях с лампой даже больше сухого вещества, чем на естественном свете, причем, однако, нужно принять во внимание, что последний был слаб и составлял, вероятно, только 15—20% полного. У других же растений (овес, гречиха и горчица) освещение только лампой в течение 12 часов давало ясно пониженные цифры. Наилучший результат получился в комбинации II, где свет лампы был только добавочным к естественному свету. Только у гречихи этот добавок не отразился благоприятно. Таким образом, если судить по сухому весу, в общем подтвердилось указанное Сименсом благоприятное влияние добавочного искусственного освещения. Необходимость ночного периода была подвергнута сомнению, так как освещение в течение 24 часов давало несомненно лучшие результаты, чем освещение 12-часовое. Однако, измерение роста при освещении только светом лампы Нернста (12 и 24 часа) обнаружило ненормальное удлинение междоузлий и более слабое развитие листовых пластинок, чем на дневном свету, что указывало по мнению автора, на недостаточность интенсивности в 750 свечей для нормального формообразования. Начало цветения (и притом очень раннее — через 4½ недели) наблюдалось только во II серии у овса и гречихи, но довести развитие до образования и созревания семян не удалось ни в одной серии. Автор считает поэтому, что лампа Нернста полезна, как добавочное освещение в пасмурные дни и зимой для более быстрого развития и цветения.

ГЛАВА II

Разработка светокультуры с газополными лампами

В конце мировой войны, вместе с быстро двигающейся техникой освещения начинается период оживленной работы по светокультуре, который продолжается и по настоящее время. Первой работой в этом периоде была работа Гёстермана (Höstermann 1918, 1919, 1922), произведенная в Далеме под Берлином по предложению Ауэровского общества. Опыты были произведены с появившейся около этого времени неоновой лампой, состоящей из наполненной газообразным неоном длинной трубки, через которую пропускался электрический ток. Получающийся при этом красный свет, очень богатый лучами, поглощающимися хлорофиллом, применялся как добавочный свет в пасмурные дни и ночью. Опыты производились в двух оранжереях — в одной с огурцами, в другой с томатами. Каждая из них была разделена пополам — на часть с освещением только естественным и часть с таким же освещением, усиленным неоновым светом. Получился следующий урожай:

	Естественное освещение		Естественное освещение неоновый свет	
	1-й год			
	370 штук	Вес 1 экз.	500 штук	Вес 1 экз.
Огурцы	186,6 кг	0,50 кг	277,53 кг	0,55 кг
Томаты	69,2 „		95,94 „	
	2-й год			
	370 штук		485 штук	
Огурцы	163,4 кг	0,44 кг	230,22 кг	0,48 кг
Томаты	70 „		101 „	

Из таблицы видно, что количество образовавшихся плодов сильно увеличилось, причем вес одного плода не только не снизился, но даже немного увеличился. Сильное увеличение урожая (по числу и весу) дали и томаты.

Попытка Гёстермана применить для светокультур неоновое освещение была повторена только через 10 лет в Голландии Роденбургом (Roodenburg, 1930), о чем будет сообщено позже.[1]

Многочисленные работы, появившиеся в двадцатых годах, применяли почти исключительно лампы накаливания с вольфрамовой нитью, наполненные газом, известные под неправильным названием „полуваттных“ ламп.

Первые опыты светокультуры с вольфрамовыми лампами сделали в Голландии зимой 1919—1920 г. Тьебесс и Упгоф (Tjebbes и Uphof, 1921—1922). Освещение производилось с 10 часов вечера до 6 часов утра лампами по 200 свечей с бумажными рефлекторами на расстоянии 20—30 см от растений. Растения распределялись в оранжерее в 3 отдельных группах: 1) с дневным и дополнительным электрическим освещением в воздухе, обогащенном углекислотой, 2) только с дневным освещением в воздухе, обогащенном углекислотой и 3) только с дневным светом без обогащения углекислотой. Объектами служили растения, выращиваемые в светокультуре из семян (пшеница, рожь, лен, бобы, горох, свекла) и ряд садовых растений с клубнями и луковицами. Кроме того, были взяты срезанные ветви древесных и кустарниковых пород: *Cornus*, *Alnus*, *Corylus*, *Salix* и др. Оказалось, что семена, прикрытые слоем земли, соответствующим их размерам, прорастали при электрическом свете на несколько дней раньше. Луковицы и ветви развивались и цвели также значительно (на 4—9 дней) раньше, что, конечно, может быть объяснено не только освещением, но также и лучшим нагреванием от лампы. Из посеянных растений бобы через 58 дней дали плоды, а лен через 75 дней дал зрелые семена, тогда как без дополнительного освещения бобы дали единичные, слабо развитые плоды, лен же не обнаружил даже цветения. Кроме того, растения при электрическом свете всегда обнаруживали более интенсивную зеленую окраску[2] (большее число хлоропластов по авторам) и более развитую систему межклетников в листьях в связи с более сильным газовым обменом. К сожалению, осталось невыясненным значение обогащения CO_2 в использовании усиленного освещения. Авторы упустили поставить контрольный опыт с дневным и дополнительным электрическим светом без обогащения CO_2, и поэтому довольно существенный вопрос о роли CO_2 в светокультуре, впервые поставленный ими, остался неразрешенным. К нему мы вернемся несколько позже.

Большим шагом вперед в вопросе о светокультуре были работы Гарвея в Америке (Harvey, 1922). Ему впервые удалось получить полное развитие растений от семени до семени без естественного освещения, исключительно при свете вольфрамовых ламп, наполненных азотом (Mazda). Интересно, что опыты Гарвея были поставлены вследствие того, что оранжерейные культуры даже в С.-Пауле (Миннезота) на широте 45°, соответствующей широте южного берега Крыма, страдают зимой от недостатка естественного освещения. Так, например, капуста росла очень медленно, легко поражалась грибами и почти не содержала в листьях сахара. Оказалось, по анализу углеводов и белков, что непрерывное освещение, даже при лампе в 25 футосвечей (= 290 метро-свечей[3]) дает в темной комнате лучшие результаты, чем зимнее естественное освещение в оранжерее. В настоящее время наиболее вероятно, что такой эффект искусственного света объясняется удлинением фото-периода капусты, как длиннодневного растения.

---

[1] Вышедшая в Голландии в 1929 г. работа Пинкхофа (Pinkhof, 1929) на эту же тему помещена в недоступном для меня издании и потому осталась мне неизвестной.

[2] Замечательно, что развитие пигментов, свойственных багряным и бурым морским водорослям, согласно опытам авторов, наоборот, задерживалось дополнительным электрическим освещением.

[3] Для перевода в принятую у нас меру в метро-свечах следует число футо-свечей умножить на 10,76.

Большинство опытов Гарвея производилось в закрытом помещении 8×11 футов, с лампами общей мощностью в 3200 ватт, дававшими 457 люксов на фут^2 (=4917 метро-свечей). Температура держалась около 14° С при охлаждении наружным воздухом. Особого подогревания не требовалось, так как лампы горели беспрерывно и достаточно нагревали воздух и растения. Культивировалось в горшках (15 дюймов диаметром) большое количество сортов пшеницы, ржи, овса, ячменя, льна, гречихи, белого клевера. Все они доведены до созревания семян. Картофель, тыква, томаты, красный клевер цвели, но семян не дали. Картофель все же образовал хорошие клубни. В более тесном помещении 6×11 фут, при меньшем освещении в 380 люксов на фут^2 (=4089 метро-свечей) и при температуре 25—30° С, культуры были менее удачны — картофель и томаты тянулись, капуста обнаруживала признаки этиолизации. С этими растениями получались хорошие результаты при освещении 680 люксов на 1 фут^2 (=7317 метро-свечей) при 25—30° С. При самом сильном освещении, около 4180 люксов на 1 фут^2 (=45063 метро-свечей) растения сильно тургесцировали и были особенно крепкими. С целью ослабить неравномерность нагревания растения вращались на столе при помощи электрического мотора.

Нужно сказать, что все сообщение об этих важных опытах очень кратко и сопровождается только фотографиями целых групп растений, дающими лишь общее представление о состоянии растений. Более подробного описания и цифровых данных, доказывающих нормальное развитие, почти не сообщается.

Во второй работе Гарвея с Гендриксом (1924) приводится длинный список из 45 растений, доведенных до цветения и образования семян при непрерывном искусственном освещении. Изменяя расстояние от источника света, авторы выращивали растения при различных интенсивностях света от 50 до 10632 футо-свечей (=538—114400 метро-свечей). Насколько различна необходимая для полного развития разных растений интенсивность света, показывает следующий список, составленный из наиболее интересующих нас растений и представляющих только часть списка Гарвея и Гендрикса.

	Температура С°	Свет в футосвечах [1]
Овес	14	950
Ячмень	14	650—800
Рожь	14	600—1200
Пшеница	14	650—800
Клевер луговой	14	1400
Редька	14	1400
Гречиха	20	300—400
Картофель	25	450—500
Фасоль	25	850
То же	20	300—550
Горох	14	400
Конопля	20	300—450
Лен	20	500—1050
Табак	20—25	800—10032
Кукуруза	25	500—3000
Тыква	25	500—750

Картофель и тыква цвели, но не дали семян, остальные же закончили полный цикл развития. Как видим, различия между растениями в свете, необходимом для цветения и плодоношения, огромны, хотя значение этих цифр несколько неопределенно. Сообщение авторов, весьма краткое, не указывает, следует ли считать показанные в таблице величины средними или же низшим и высшим пределом необходимого для развития освещения. Отсутствие таких указаний заставляет отнестись к цифрам авторов с тем бо́льшей осторожностью, что, согласно обстоятельным исследованиям Комба (Combes, 1910), растение в различные стадии развития требует различных интенсивностей освещения. Поэтому одной величиной нельзя характеризовать потребность в освещении всего цикла развития. Повидимому, приводимые одиночные цифры указывают лишь на низший предел освещения для наиболее требовательной к свету стадии — для созревания семян. Возбуждают сомнения также и некоторые цифры. Так, например, для фасоли, авторы указывают резкое снижение потребности в освещении с 850 на 300—500 ф.св. при понижении температуры с 25° на 20°. Обычно же понижение температуры вызывает, наоборот, повышение требовательности к свету.

---

[1] Как уже было указано, все эти величины возрастают в переводе на метро-свечи почти в 11 раз.

Возбуждает сомнение и получение полного цикла развития при непрерывном освещении у таких короткодневных растений, как табак и кукуруза. Впрочем при сравнении цифр, относящихся даже к одному и тому же виду растения, у разных исследователей, всегда нужно иметь в виду различия более мелких систематических единиц в пределах самого вида. Несомненно, что различные биотипы (сорта культурных растений) одного и того же вида могут предъявлять весьма различные требования к свету. Поэтому точная систематическая идентификация исследуемых растений составляет одно из главных условий опытной работы по светокультуре. К сожалению, это условие далеко не всегда выполняется. Не было выполнено оно и в работе авторов. Все это заставляет смотреть на цифры Гарвея и Гендрикса как на ориентировочные и пользоваться ими с осторожностью. Кроме того, одно указание на цветение и даже образование семян еще далеко не говорит о нормальном развитии растений. Так, например, при недостатке влаги растения могут цвести и давать семена, но никто не назовет получающихся при этом карликов нормальными растениями.

Следует отметить интересные данные относительно химического анализа, произведенного авторами над лилией, выращенной из луковиц в январе и феврале. При непрерывном искусственном освещении, растение было вдвое выше, по сравнению с естественным и зацвело более быстро, причем сухой вес его немного упал, но увеличилось в 3 раза количество редуцирующих сахаров и крахмала, а также пентоз. Этот факт интересен, как первое указание на качественное изменение обмена веществ, вызываемое искусственным непрерывным освещением.

Работу Гарвея повторил в Италии Мунероти (1924) со свеклой, кукурузой, гречихой, фасолью, картофелем, редиской, луком и коноплей. Опыты продолжались с начала апреля по конец октября с положительным результатом и, повидимому, при тех же условиях искусственного освещения, как у Гарвея. После Гарвея полную замену естественного освещения искусственным производили в Америке Гиббен, Адамс и Артур, почти одновременно в 1924—1925 г. Гиббен (Hibben, 1924) применял лампу „Mazda“ в 3 комбинациях: 1) на 750 ватт, 2) на 1000 ватт с водяным экраном для ослабления нагревания инфракрасными лучами и 3) на 1000 ватт с особым стеклянным экраном (Corning Glass G 124 J) также для ослабления нагревания. Эти лампы давали растениям освещение около 500 футо-свечей, тогда как контрольные растения в оранжерее пользовались в это время (февраль, март) естественным освещением только в 170 футо-свечей в облачные дни и 1460 футо-свечей в ясные (по средним данным для весны на широте Нью-Иорка). Искусственное освещение во всех 3 комбинациях, в течение 20 дней по 9 часов в сутки, значительно ускорило развитие луковичных растений (тюльпана и гиацинта), причем лампа без экрана и, следовательно, без ослабления нагревания давала несколько худший результат, что, по мнению автора, указывало на благоприятное действие видимых, а не инфракрасных лучей для выгонки луковичных.

Полный цикл развития при непрерывном искусственном освещении без естественного освещения пытался получить, подобно Гарвею, Адамс, (Adams, 1925). Однако, это ему не вполне удалось. В его опытах пшеница, гречиха, конопля, картофель, соя и бобы расли при непрерывном электрическом освещении в 700 ватт сначала быстрее, чем при обычных условиях в оранжерее, но затем цветение задерживалось. Повидимому, интенсивность освещения была слишком мала, но для некоторых видов, вероятно, была неблагоприятна и суточная длительность освещения (фотопериод).

Уже в начале двадцатых годов появились работы Гарнера и Алларда (Garner and Allard) над фотопериодизмом, которые выдвинули роль искусственного освещения при культуре длиннодневных растений в зимнее время.

Производя свои опыты зимой, Гарнер и Аллард (1920) искусственно удлиняли освещение электрическим светом (34 лампы по 32 футо-свечей). Этим они вызывали цветение у длиннодневных растений (например, шпината, редиски) и подавляли его у короткодневных (некоторые расы табака, сои). Добавочное освещение, необходимое для этого, может быть очень слабым. Гарнер и Аллард доходили до 5 футо-свечей или 56 метро-свечей и позже Тинкер (Tinker, 1932) до 22—44 метро-свечей. Добавление этого слабого освещения сверх дневного в течение 9—12 часов было достаточно, чтобы вызвать зимой у одних растений значительное усиление роста и цветения, у других (соя, конопля) подавление.

Со второй половины двадцатых годов опыты с искусственным освещением продолжались в Америке в Бойс-Томсоновском институте, где помещение для светокультур оборудовано в широком масштабе специально для исследовательских целей. Помещение без доступа искусственного света, освещается 25 лампами в 1000 ватт каждая, сквозь стеклянный потолок, который охлаждается беспрерывным током воды. Оно имеет постоянную температуру и влажность воздуха и может снабжаться углекислотой из бомб. Кроме того, имеются оранжереи, где искусственное освещение применяется только как добавок к естественному, главным образом, ночью. Для этого устроено особое сооружение в виде металлического каркаса с 48 лампами по 1000 свечей, который с наступлением ночи надвигается на оранжерею по рельсам электрическим мотором, причем лампы располагаются над оранжереей. Утром каркас удаляется, так что дневной свет им не ослабляется. В этом институте Артюр (Arthur, 1924) с сотрудниками и Пфейффер (Pfeiffer), пользуясь искусственным освещением, могли вполне точно дозировать силу и длительность света, при одинаковых условиях температуры и влажности. Они указали, что для дозировки длительности освещения разделение растений на короткодневные и длиннодневные слишком грубо. Есть растения с очень узкой и с очень широкой областью приспособления к длительности света. Так, еще Гарнер и Аллард, для растения *Mikania scandens* нашли оптимум, ограниченный только 14,5 часами, а Мак-Клилленд (Mac-Clelland, 1924) для *Tephrasia candida* нашел оптимум, ограниченный колебаниями от 11 часов до 13,2 часов. Гречиха представляет другой тип растения. Она может развиваться и цвести при очень различной длительности от 5- до 24-часового суточного освещения, но оптимум длительности для нее все же короче беспрерывного освещения. Пфейффер нашла наилучшее развитие цветения и тканей и наибольшее содержание углеводов при 17 часах. Таким образом, для светокультуры каждого растения необходимо точно знать, какая именно длительность для него оптимальна. Далее Пфейффер (1926) и затем у нас Любименко (1927) показали, что не только цветение, но и размеры и развитие, а также анатомическое строение отдельных органов требуют для оптимума развития определенной длительности суточного освещения. Так Пфейффер нашла, что у *Mirabilis* оптимум развития наземных органов требует 17 часов, а корни — непрерывного освещения. Подобное различие известно для георгины. При коротком дне получается хорошее клубнеобразование, но слабое развитие наземных частей, дающих цветы. Длинный день, наоборот, дает нитевидные корни и сильное развитие наземных частей, не дающих, однако, цветов [Циммерман и Хитчкок (Zimmermann a. Hitchcock, 1929)]. У некоторых сортов картофеля клубни требуют короткого дня, а цветение — длинного [Шик (Schick, 1932)].

Противоречивые данные относительно фотопериода томата отчасти объясняются различием фотопериода на разных стадиях его развития (Михайлова, 1936).

Таким образом, для рационального пользования искусственным освещением чрезвычайно важно знать оптимум длительности освещения, который может быть различен для разных растений (не только видов, но и сортов) и даже для различных органов и фаз их развития.

Все это сильно расширяет возможность влиять действием света на развитие то одной, то другой части растения, но в то же время и осложняет технику светокультуры. Дело упрощается возможностью фотопериодической индукции, открытой и исследованной советскими учеными Эгизом и Разумовым. Они нашли, что достаточно дать растению необходимый для него фотопериод в начале развития в течение 10—20 суток, и затем уже можно не заботиться о дозировке длительности освещения. Следовательно, урожай короткодневных растений можно значительно усилить, если после периода индукции давать им длительный или даже непрерывный день. Однако пока индукция мало применялась к светокультуре, и здесь желательны дальнейшие исследования. Повидимому, сюда относятся исследования Мальчевского, о котором будет сообщено ниже.

Дело упростилось бы еще более, если бы подтвердилась точка зрения академика Лысенко на фотопериодизм. Он считает, что в начале развития необходимо дать не фотопериод, а только определенное число часов непрерывного света или темноты (смотря по растению). Однако этот способ яровизации светом или темнотой еще менее разработан в применении к светокультуре и также требует дальнейших исследований.

В том же Бойс-Томсоновском институте в работе Шöрли (Shirley, 1929) был поставлен вопрос о необходимой интенсивности освещения в светокультуре. Так как создать постоянную интенсивность при естественном освещении невозможно, то решение этого важного для светокультуры вопроса осуществимо только при искусственном освещении, для чего Бойс-Томсоновский институт давал большие возможности. Шöрли провел вместе с культурами на естественном свете также и электросветокультуру с рядом довольно случайно подобранных растений (*Geum canadense*, *Fagopyrum esculentum*, *Helianthus cucumerifolius*, *Galinsoga parviflora*, *Sequoia sempervirens*). В одной серии опытов растения культивировались при слабом, но непрерывном свете в 5—70 футо-свечей, в другой — при 12-часовом освещении в 20—700 футо-свечей. При 12-часовом слабом освещении (25—40 футо-свечей) все растения, за исключением подсолнечника, могли жить в течение 1—2 месяцев. Подсолнечник для этого требовал освещения сильнее 50 футо-свечей, а гречиха довольствовалась всего 26 футо-свечей. Хвойные — секвоя и сосна (*P. Taeda*) жили при этих условиях около 6 месяцев. Продукция сухого вещества увеличивалась почти пропорционально интенсивности света. Такое же отношение сухого веса к интенсивности света автор нашел и в другой серии при непрерывном слабом освещении. В опытах с затенением естественного освещения летом Шöрли нашел, что прямая пропорциональность между этими величинами сохраняется только до 20% полного летнего солнечного освещения. При дальнейшем усилении света увеличение прироста сухого веса начинает отставать от увеличения света и притом у теневых растений раньше, чем у световых. Размеры листа и высота достигают максимума около 20% полного освещения. Содержание же хлорофилла на единицу веса увеличивается с ослаблением освещения до 8% полного, после чего оно начинает падать. Цветение требует также не меньше этой величины (8%). Наиболее важный вопрос об оптимальной дозе искусственного освещения лампами накаливания для развития всего растения остался невыясненным.

У нас в Союзе первые опыты исключительно с искусственным светом были произведены в Ленинграде Н. А. Максимовым (1925). Он пользовался искусственным освещением двух сначала 500-, а потом 1000-ватных ламп на расстоянии около 1 м от растений при температуре 21—22° С. Наиболее успешно развивались различные сорта яровой и озимой пшеницы и ярового и озимого ячменя. Яровые не только зацвели, но и принесли в 43—69 дней зрелые, совершенно нормальные семена в достаточном количестве. Правда, вегетативные органы были не вполне нормальны. Растения развивались очень быстро, но кущение наступало значительно позже — на 1—2 недели позднее выхода в трубку. Кроме того, листья сильно вытягивались, как это наблюдается при этиолизации злаков. У других растений (не злаков) вытягивание наблюдалось на стеблях. Это не помешало довести горох, фасоль и гречиху до цветения и собрать зрелые семена, хотя в очень небольшом количестве.

Причинами ненормального вытягивания, согласно автору, могли быть — малая интенсивность освещения, бедность лампового света сине-фиолетовыми лучами и высокая температура.

Непрерывное освещение само по себе, как и у Гарвея, не вызывало тех ненормальностей в строении тканей, которые ему приписывал, как мы видели, Бонnье. Наоборот, при освещении только по 12 часов в сутки растения образовали сухого вещества меньше и даже не в два, а в три раза. Также сократилась и листовая поверхность. Таким образом, об „утомлении“ растений при непрерывной ассимиляции на свету и необходимости ночного отдыха у растений говорить не приходится. Это, конечно, не значит, что для всех растений можно применять 24-часовое освещение. Типичные растения короткого дня, а именно 4 разновидности сои, с которыми работали Гарнер и Аллард, давали при непрерывном освещении крупные, хорошо развитые листья, но в течение 3 месяцев не обнаружили никаких признаков цветения. Таким образом и опыты Максимова подтвердили, что для успеха светокультур необходимо считаться с явлением фотопериодизма.

Нужно сказать, что светокультура без естественного света обходится, по расчету Н. А. Максимова, довольно дорого, так как 500-ваттная лампа при непрерывном горении берет 12 киловатт в сутки, что при цене 8—10 коп. за киловатт/час составит в сутки 1—1,2 рубля, т. е. 30—36 рублей в месяц для освещения квадратного метра.

Н. А. Максимов выдвигает значение искусственного освещения для семенных контрольных станций, которые, путем выращивания на электрическом свете, могут в 2—3 недели безошибочно отличить яровые сорта от озимых. Кроме того, этим способом можно получить несколько поколений в год и цветение в любое время года и таким образом скрещивать растения, которые в естественных условиях никогда не цветут одновременно. Этим работа селекционера чрезвычайно ускоряется и облегчается.

В дальнейшем мысль о применении искусственного освещения на контрольных станциях нашла отражение в работе голландца Боса (Bos, 1929), который в течение ряда лет с 1922—1923 г. на станции для испытания сортов в Бегенингене пытался для этой цели применить электрическое освещение, как дополнительное к естественному. Последовательно, из года в год усиливая освещение, он все же имел при 4 200-ваттных лампах на расстоянии 40 см от растения не больше 8000 метро-свечей. Однако и при таком освещении он жалуется на избыток нагревания, вполне избавиться от которого ему не удавалось. Вследствие недостатка света и перегрева зимние культуры не были вполне нормальными и, по его выражению, представляли несколько уменьшенную карикатуру на растения, однако, все же для некоторых растений было вполне возможно различение сорта (у лука серебристого) или сортовой группы (озимые и яровые сорта хлебных злаков) даже там, где такое различие в поле представляет немалые затруднения. Он указывает, что в дальнейшей работе при светокультуре могут обнаружиться такие отличительные признаки сортов, которые в поле незаметны.

Мысль Н. А. Максимова о применении светокультуры в селекции нашла отражение также в Америке в работах Гаррингтона (Harrington, 1926), а затем в Норвегии в работе Гиорта (Hiorth, 1929). Гаррингтон, культивируя пшеницу в оранжерее, применял электрический свет, как добавочный к дневному. При этом ему удалось получить в течение года 3 поколения (P, F_1 и F_2) с почти нормальным количеством семян, чего предыдущим авторам не удавалось.

Гиорт работал в лаборатории при непрерывном освещении Осрам-Нитра-лампами. Стол с культурами стоял перед окном. Поэтому культуры пользовались также слабым естественным светом, который, по мнению автора, существенной роли не играл. Искусственное освещение он применял двоякой силы. Из двух отделений, разделенных перегородками, выбеленными чистой известью, одно (I) освещалось 4 лампами по 750 ватт, другое (II), приходящееся против окна, 1 лампой на 1500 ватт. Развитие было лучше в первом отделении, удаленном от окна и потому с более слабым естественным освещением. Опыты производились с 10 марта по 18 апреля, в течение которых из 35 различных видов большая часть (*Vaccaria, Agrostemma*, лен, ячмень и другие) дала зрелые семена в большом количестве хорошего качества. Ячмень созрел раньше всех. Уже через 47 дней он дал первые зрелые колосья с 31 хорошим семенем в колосе. В течение 9 месяцев Гиорт мог получить 3 поколения. Главным недостатком культур было ненормальное вытягивание подсемянодольного колена и отсюда слабость всего стебля, вызывавшая необходимость его укрепления подвязыванием к опоре. Причиной вытягивания Гиорт считает недостаток коротковолнового света в лампах накаливания и полагает, что его могут устранить новые лампы Осрам, богатые этими лучами. Применение их пока встречает препятствие из-за несовершенства необходимых для этих ламп рефлекторов из цинка или алюминия, которые отражают очень неравномерно, вызывая ожоги на листьях в местах усиленного освещения. Кроме изменения состава света автор предлагает для ослабления вытягивания гипокотиля применять сильный искусственный ветер с самого начала прорастания, а также снижение вольтажа[1] (он применял 225 вольт вместо 240 вольт), засыпание землей нижней части гипокотиля и, наконец, регулировку температуры. В общем, Гиорт считает лабораторную установку с электрическим светом не только вполне приемлемой для селекционных работ с большинством растений, но и имеющей значительные преимущества для более точной работы. Перед установкой в теплице с искусственным светом лабораторная установка имеет то преимущество, что растения здесь лучше защищены от вредителей—насекомых и грибов.

У нас в СССР светокультура использовалась с успехом академиком Лысенко для выведения скороспелого сорта яровой пшеницы в небывало короткий срок ($1^1/_2$ года). Начав работу в январе 1933 г. он к октябрю 1934 имел уже F_6.[2]

Опыты Н. А. Максимова со светокультурой в Ленинграде в Физико-агрономическом институте продолжал с 1932 г. В. П. Мальчевский. Пользуясь исключительно искусственным освещением (лампы накаливания от 4000 до 8000 люкс), он провел культуру около 165 различных сортов. Большинство из них (84 $/_0$) сократили вегетационный период от 25% до 50%, сохранив нормы урожаев и даже повысив их. Вследствие этого оказалось возможным получить для яровых пшениц 6—7 урожаев в год, для льна 4—5, для томат не меньше 3, для гречихи около 7, для проса около 4 и для кукурузы от 2 до 3. Особенно эффективно действовало беспрерывное освещение на древесные породы. Так, посев лиственницы в конце июня дал за 7 месяцев растения высотой до 70 см с прекрасным охвоением, тогда как в контрольном (естественный свет) они достигали всего 50 см, а при 14 часах лампового освещения и 10 часах темноты — немного превышали 20 см и были плохо охвоены. Об опытах В. П. Мальчевского с так называемыми световыми ударами смотри ниже.

Кроме Н. А Максимова и В. П. Мальчевского опыты по светокультуре без естественного освещения одновременно проводил у нас в Союзе также Н. А. Артемьев, в Москве в Тимирязевской сельско-хозяйственной академии. Однако подробно они не описаны, и имеется только краткая заметка о них (Артемьев, 1936). Н. А. Артемьев сконструировал так называемый люминостат, в котором можно регулировать температуру и поддерживать для светокультур постоянство искусственного света любой силы. Автор работал с газонаполненной лампой в 500 ватт (расстояние от растения и длительность не указаны). Из результатов приводятся опыты с огурцами при 8- и 24-часовом освещении. Плоды в светокультуре оказались лучше и крепче, чем в теплице. Интересно указание автора, что при нескольких поколениях светокультуры плоды (сорт мурманских огурцов) уменьшались по величине, приобретали грушевидную форму и давали меньше семян, сохраняющих, однако, высокую всхожесть. Получались ли эти результаты при непрерывной длительности или также при 8-часовом дне, автор не указывает.

---

[1] Эта мера не вяжется с высказанным самим автором предположением о недостатке коротковолновой радиации как причине ненормального роста. При снижении вольтажа этой радиации должно быть еще меньше.

[2] Лысенко. Теоретические основы яровизации. 1936, стр. 165.

Кроме США и СССР опыты со светокультурой на искусственном непрерывном свете были произведены только во Франции Трюфо и Турнейсеном (Truffaut et Thurneyssen). Указывая на не вполне нормальное развитие стеблей и листьев в предшествующих опытах Гарвея и Максимова, они поставили целью получить вполне нормальное развитие при непрерывном действии электрического света. Они применяли 2 лампы по 1200 ватт (24 Амп. и 50 вольт), размещенные в темной комнате на расстоянии 2 м 10 см. Прикрепленные на концах горизонтального стержня, лампы вращались (14 оборотов в минуту) около вертикальной оси, чем достигалась равномерность освещения растений, находившихся от ламп на расстоянии 1 м 20 см. По люксометру Голофон освещение колебалось в зависимости от возраста ламп от 45 000 до 37 000 люксов, причем ультрафиолетовые лучи имелись с волной не короче 310 μμ. Температура у поверхности листьев держалась 22—28° при температуре воздуха вне зоны освещения 18—22°. В таких условиях удалось в декабре вырастить фасоль до нормальной зрелости семян. Культура земляники дала вполне зрелые плоды, ничем не отличающиеся от вызревших на солнце, в 40 дней (12 декабря—17 января)—срок вдвое более короткий, чем обычно. Анатомическое строение листьев и палисадной ткани в них было, по уверению авторов (ни рисунков, ни измерений нет), вполне нормальным.

Заканчивая описание опытов с светокультурой без естественного освещения, следует признать, что этот способ культуры пока слишком дорог, чтобы найти широкое практическое применение. Только у нас в СССР, где „рентабельность“ не имеет такого значения, как в капиталистических странах, возможно применение ее в производственном масштабе на Крайнем Севере. Так, например, в порту Игарка Нижне-Енисейского района, по заданию Комсевпути, организуется тепличное хозяйство для выращивания в течение круглого года зеленых витаминных овощей с применением искусственного освещения зимой.

Гораздо шире применение этого способа светокультуры для исследовательских целей. На применение его в селекции мы уже указывали. Следует отметить еще опыты без естественного света по 2 направлениям, весьма важным для техники светокультуры: в направлении изучения фотопериодизма и в направлении изучения оптимума освещенности.

Значительно больше исследований посвящено светокультуре с дополнительным искусственным освещением, имеющей больше перспектив.

В Западной Европе светокультуре посвящены исследования Одэна (Oden) в Швеции, Клейна и Гербачека (Klein — Herbatschek) в Вене, Раденбурга в Голландии и Гардена в Германии. В США обращают на себя внимание исследования Артюра и Витрова (Withrow) с сотрудниками.

В Швеции Академия Наук и особое „Общество культуры на электрическом свете“ участвуют в организации изучения этого вопроса на широкой научной базе. В 1929 г. при содействии этих учреждений появилась работа Одэна, где обстоятельно сообщаются основные данные о естественной радиации солнца и неба в Швеции, об искусственных источниках света, о методах измерения света для биологических целей. Дается подробное описание специально оборудованных помещений с электрическим освещением без естественного и с естественным светом, с электрическим нагреванием почвы и воздуха, и наконец сообщаются предварительные результаты опытов с растениями, произведенных при Шведской Центральной сельскохозяйственной опытной станции в 2 зимних сезона 1927—1928 и 1928—1929 гг. Освещение производилось вольфрамовыми лампами различной мощности от 60 до 1000 ватт с рефлекторами разных систем. К ним в некоторых случаях добавлялся свет ртутно-кварцевой лампы.

В общей части работы представляет интерес указание, что по записи пиранометра Онгстрема наиболее силен недостаток света в ноябре, декабре и январе. Это же мы можем принять и для Ленинграда, расположенного на широте Стокгольма, причем, однако, следует помнить, что указанный прибор Онгстрема показывает всю радиацию, а не только ту, которая имеет значение для растения. Интересным представляются также измерения освещения, сделанные в феврале и начале марта в различных местах оранжереи при помощи того же пиранометра. Оказалось, что в ясный день свет ослабляется рамами и стеклом гораздо меньше, чем в облачный (до 60%).

Одэн впервые измерял свет пиранометром Онгстрема и выражал его в объективной мере в гр. кал. на см^2 в 1 минуту. Однако, в дальнейшем этот способ измерения распространения не получил. Сам автор справедливо указывает, что этот способ, как и другие из применяющихся методов, не измеряет лучей, действующих на растение, и потому сконструированный мной (Иванов, 1925) фитоактинометр, чувствительный именно к тем лучам, к которым чувствительно и само растение, заслуживает особого внимания.

Среди полученных, пока предварительных, результатов представляют интерес определения того минимума энергии света, который необходим для выгонки различных растений. Он, конечно, очень различен (см. табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

	Суточный минимум необходимой энергии в гр. кал.	Число необходимых дней
Малина	100	30
Ландыш	80	13
Бук	60	30
Тюльпан	40	8
Нарцисс	20	17

Эти величины определены пиранометром, следовательно, представляют валовую энергию всей радиации (0,02 г. кал. = 400 люкс). В действительности, однако, большое значение имеет качественный состав света. Согласно опытам Одена, свет, богатый более длинными волнами (1 μ и больше), особенно выгоден при выгонке, что не вполне согласуется с данными Гиббена (см. выше). Свет, богатый более короткими волнами, полученный добавочно от кварцевой лампы[1] или даже просто при перекаливании вольфрамовых ламп, подавлял образование цветочных почек (ландыш, гиацинт, огурцы). Ландыши после освещения таким светом, перенесенные на нормальный свет, не зацветали. Поэтому для выгонки можно применить более экономный свет с недокалом ламп[2] с целью получения более длинноволновых лучей. Интенсивность света может варьировать без заметной разницы в очень широких пределах например, при выгонке ландыша, от 1600 до 8000 люксов.

ТАБЛИЦА 2

Число вольт	Полное излучение ватты	Видимое излучение ватты	Отношение излучений для длины волн 0,7 : 0,4 μ
80	196	8,7	30,0
100	289	22	15,4
120	390	37	12,0
140	510	55	10,2

Из таблицы видно, что относительное количество коротких волн увеличивается до 3 раз при увеличении вольтажа с 80 до 140 вольт. Особенно сильно изменение в составе света при применении вольтажа в интервале 80 — 100 вольт.

Попытка применить установленный для явлений раздражения закон количества света, согласно которому действие света зависит от произведения интенсивности на длительность, не дала положительных результатов.

При выгонке нет необходимости, чтобы „зимний покой" был своевременно устранен — теплой ванной, эфиром, ацетиленом, низкой температурой и т. д.

---

[1] Отметим, что кварцевая лампа висела над оранжереей, следовательно, свет проходил через стекла и был лишен коротких ультрафиолетовых лучей.

[2] О том, как сильно увеличивается коротковолновая радиация в пределах видимого спектра при повышении вольтажа, можно судить по данным старшего научного сотрудника ФАИ инж. Н. С. Покровского (см. табл. 2)

Так, побеги бука распустились в начале декабря при непрерывном (но не 12-часовом) освещении, дающем около 60 г. кал/см^2 сут. не только после обработки теплой водой, но и без нее.

На выгонку было испытано большое количество, главным образом, садовых растений и почти во всех случаях освещение действовало, по словам автора, благоприятно, однако, степень благоприятного эффекта осталась точно не определенной, так как в постановке был допущен существенный дефект — отсутствовали необходимые для сравнения контрольные экземпляры без действия искусственного света при тех же температурных условиях. Последнее обстоятельство особенно важно, так как свет может действовать на покой почек, вызывая нагревание среды и самого растения. Вследствие этого дефекта методики эффективность освещения для сокращения покоя осталась не определенной и даже самое действие света, как такового, во многих случаях подвержено сомнению.

В опытах с электрическим светом без естественного освещения вместе с увеличением интенсивности сокращалось время действия, так что в каждой комбинации общее количество света в сутки, падающее на растение, оставалось постоянным. В этих опытах закон постоянства количества освещения, необходимого для развития каждого растения, также не оправдался да и культуры были, вообще, неудачны. Полного, а тем более нормального цикла развития Одэну при одном электрическом освещении, повидимому, получить не удалось.

В той серии опытов Одэна, где электрический свет давался лишь дополнительно к естественному, результаты получались значительно лучшие, но все же и здесь развитие растений не доводилось в большинстве случаев до образования семян. Впрочем, культивировались большей частью декоративные растения, разводимые ради цветов или же ради листьев и клубней. Особенно много опытов посвящено выращиванию салата. Для образования кочна салата достаточно было добавочного света интенсивности 0,05 г. кал/см^2 мин. (1000 люкс) ежедневной продолжительности по 13 часов в течение 7 недель.

Одэн обнаружил также значение состава света, поскольку он меняется с изменением вольтажа. Свет, богатый лучами с короткой волной, благоприятен для развития вегетативных органов редиски, салата и укропа, но цветение душистого горошка и плодоношение малины и бобов удавалось лучше на свете, богатом длинными волнами. Наблюдалось, что отношение между углеводами и белком возрастает с увеличением количества длинных волн в добавочном освещении. Одэн указывает, что содержание белков при разных источниках света может разниться на несколько процентов. Таким образом, хотя и в очень несовершенной форме, Одэн делает попытку доказать влияние состава света на стадии развития и на химический состав.

В заключение Одэн приводит опыты над влиянием длительности суточного освещения на осенний листопад. При искусственном удлинении осенью времени освещения до 17 часов сбрасывание листьев задерживалось и затягивалось на всю зиму у *Acer campestre*, *Viburnum opulus* и *Lonicera periclymenum*.

Почти одновременно с работой Одэна Клейн (Klein, 1927) и Гербачек (Herbatschek, 1929) в Вене дали подробное описание установки электрического освещения в оранжереях, как дополнение к естественному свету, недостаточному зимой даже и на широте Вены для развития растений. Вследствие сильного ослабления света в оранжерее рамами, особенно с двойными стеклами, растения, по расчету Гербачека, получают в сильно облачные дни 50 люксов и даже меньше, хотя открыто в эти месяцы освещение неба с солнцем, в среднем, составляет 12000 люкс (летом 65000). На площади в 4,3 м^2 применялись 3 вольфрамовых лампы с газом по 500 ватт. с эмалированным рефлектором и вентиляцией в них для устранения перегрева. Температура, в среднем, была около 20°, но все же нежные сеянцы необходимо было защищать экраном с водным слоем в 10 см или же увеличивать расстояние от ламп. Тепло от ламп, согревая оранжерею, экономило отопление на 30% при 0° снаружи. Лампы висели на высоте 1,2 м над местом установки растений и горели 8 часов в ночные часы. Освещение, падающее на растение, в зависимости от расстояния от лампы, варьировало от 290 до 52 500 люксов. Рядом с добавочно освещенным отделением оранжереи находилось для контроля отделение только с естественным освещением без электрического. Все без исключения испытывавшиеся растения, имеющие главным образом, значение в цветоводстве, реагировали на дополнительный свет благоприятно. Листья и цветы были лучше окрашены, цветение начиналось значительно (на 1—2 недели) раньше и было более длительным. Это наблюдалось на черенковых и на луковичных растениях. Растения, требующие для развития более низкой (8—10°С) температуры (примулы, цикламены, земляника), не требовали сильного освещения и хорошо развивались даже при 3 лампах по 500 ватт. Гербачек указывает на необходимость тщательного ухода за чистотой самих ламп и рефлекторов, которые за 6 недель без вытирания давали снижение интенсивности света на 20%.

В Германии немногочисленные исследования по светокультуре были связаны с вопросом об удобрении воздуха углекислотой, которому посвящено довольно много работ (Фишер, Клейн и Рейнау, Борнеман, Ридель). Об усилении действия добавочного освещения при помощи удобрения углекислотой имелись уже указания в упомянутой работе Одэна, а также Артюра с сотрудниками в Бойс-Томсоновском институте (США). Однако наиболее обстоятельно и систематически этот вопрос был разработан в работе Гардера, Кепплера и Реусса. Гардер с сотрудниками (Harder, Keppler, Reuss, 1931) выращивали растения зимой в оранжерее, разделенной на 4 отделения: 1) контрольное при обычных условиях, 2) с удобрением воздуха углекислотой, 3) с дополнительным ночным электрическим освещением и 4) с таким же дополнительным освещением и с удобрением углекислотой. Источником света служили по 3 лампы „Осрам“ в 500 ватт (в первый год) и 750 ватт (второй год) на площади в 10,5 м^2 каждого из 2 отделений. Лампы были снабжены эмалированными рефлекторами с отверстиями для удаления нагревающегося воздуха. Обогащение воздуха углекислотой производилось при помощи сжигания брикетов особого угля (ОСО — Dünggaskohlen) 2 раза в день[1] с таким расчетом, чтобы концентрация CO_2 при солнечной погоде была 0,35% (по объему), при пасмурной погоде —0,25% и ночью — 0,15%. Через 2—3 часа после газирования помещение проветривалось. Температура поддерживалась одинаковой во всех отделениях. Объектами служили садовые растения: гортензии, цинерарии, колокольчики и ирисы. Оказалось что дополнительный свет при удобрении углекислотой вызывал более значительное ускорение развития. Так, гортензия (сорт Madame Moullière), поставленная в опыт в октябре, развивалась особенно пышно и зацвела через 37 дней, тогда как только при дополнительном освещении без CO_2 для этого необходимо было 44 дня, а в контроле 72 дня. Дополнительное освещение и газирование сами по себе в отдельности действовали также благоприятно, причем первое гораздо сильнее, чем второе, но максимальный эффект получался только при совместном действии того и другого. Подобный же эффект обнаружился и при образовании плодов. Земляника при обычных условиях не давала зрелых плодов. Они получались лишь при дополнительном (ночном) освещении, причем удобрение воздуха углекислотой увеличивало урожай еще в 2 раза. Авторы подчеркивают неодинаковое поведение различных растений. Цинерарии, например, в этих опытах были гораздо менее чувствительны к дополнительному освещению и давали значительное ускорение и улучшение цветения только при удобрении CO_2.

Авторы, кроме роста и цветения, исследовали также фотосинтез в токе воздухе на листьях без срезания. Опыты производились, однако, при естественном освещении летом, и объектами служили не те же растения, а горшечные экземпляры картофеля и настурции и экземпляры фасоли и березы в грунту. Для этих последних растений применялась особая переносная стеклянная камера, где производилось удобрение углекислотой. Оказалось, что все растения, особенно вначале, усиливали фотосинтез с повышением концентрации CO_2. Однако, благоприятное действие удобрения CO_2 обнаруживалось только, если растения были вполне здоровы. Если же растения были ослаблены вследствие отсутствия пересадки или же листья обнаруживали признаки старения, тогда удобрение CO_2 не действовало, или же вызывало совершенно неправильные скачки в ходе фотосинтеза. При этом интенсивность его ослаблялась до такой степени, что газообмен падал ниже компенсационного пункта и происходило выделение CO_2, подобное тому, которое наблюдали Костычев и его сотрудники. Поэтому для успеха действия удобрения CO_2 необходимо иметь совершенно здоровые растения.[1]

---

[1] Выделение тепла при этом, а также при дополнительном освещении лампами, позволяло уменьшить отопление на 20%.

Особенно интересны в вопросе о дополнительном освещении работы Роденбурга в Голландии (1930). Он сначала произвел сравнительное исследование пригодности для светокультур различных источников света: ламп накаливания, неоновой лампы и ртутной, стараясь выяснить установку для наиболее выгодного использования их в условиях оранжерейной культуры.

В качестве лампы накаливания служили полуваттные лампы Филипс на 300 ватт на расстоянии 0,5 метра от растения с особо сконструированным рефлектором. Недостатком этого типа ламп, по мнению Роденбурга, является преобладание энергии инфракрасных лучей над видимыми лучами. При увеличении интенсивности света растения перегреваются и ненормально вытягиваются. При ослаблении света растения страдают от его недостатка. Для того чтобы избежать недостатка света с одной стороны и избытка нагревания с другой, Роденбург советует держаться среднего освещения. Наилучший результат получается при освещении около 5000 люксов. 1000 люксов дает слишком слабые растения. 9000 люксов вызывает перегревание. Устранение инфракрасных лучей возможно, но очень усложняет установку и делает ее непригодной для практики. Электрическая энергия при этом используется слишком невыгодно. Поэтому, по мнению Роденбурга, лампы накаливания могут получить только ограниченное применение на практике, например, при проращивании растений, требующих для этого высокой температуры (тыква, огурцы). Для этого наиболее выгодно брать лампы небольшой мощности на 75—100 ватт. Другой источник света, испытанный Роденбургом—неоновая лампа—представляла длинную 9-метровую трубку, U-образно изогнутую 5 раз на полуметровые колена в горизонтальной плоскости. Пропускаемый через нее ток в 125 вольт поднимался трансформатором до 5000 вольт. Лампа давала 325 Гефнер-свечей при потреблении 300 ватт. Растения находились от лампы на расстоянии 50 см и с рефлектором получали при 9-метровой трубке 600 люкс. Неоновый свет не дает сильной тепловой радиации, поэтому усиливать освещение можно без особой опасности перегрева. Линейный спектр неона дает сильные линии в лучах зеленых (533 $\mu\mu$), желтых (576, 585 $\mu\mu$), оранжевых (13 сильных линий с максимумом на 614—640 $\mu\mu$) и красных (660, 668 $\mu\mu$). Благодаря обилию красных лучей, в растении хорошо развиваются листья с темнозеленой окраской. Свет по составу настолько благоприятен, что достаточно для хороших результатов и слабого освещения 75 ватт на 1 $м^2$. Поэтому неоновая лампа, по мнению Роденбурга, выгоднее лампы накаливания. Кроме того, лампы в виде длинных трубок дают более равномерное освещение, чем ряд ламп накаливания на том же протяжении. Наконец, срок их работы дольше. Сильная лампа накаливания дает 1000 часов горения, тогда как неоновые трубки низкого вольтажа, наиболее подходящие для практического применения, дают около 2000 часов горения.

Наконец, третьим источником света в опытах Роденбурга служила ртутная лампа с оболочкой обычного стекла, дающая ультрафиолетовые лучи только с волной не короче 334 μμ. Потребление тока этой лампой слишком невыгодно, так как состав света мало подходит для фотосинтеза. Вредного влияния при этих условиях (защите стеклом) обнаружено не было. Только при длительном освещении (4 дня) лампой Ultrasol, пропускающей лучи до волны 280 μμ, растения повреждались. Поэтому источники света, богатые ультрафиолетовыми лучами, требуют особенно тщательной регулировки. Необходимость ультрафиолетовых лучей для растений, предполагаемая по аналогии с животными, сильно преувеличена. Во всяком случае применение для этого ламп накаливания со стеклом, пропускающим ультра-фиолетовые лучи, нерационально, так как для этого нужна высокая интенсивность света, влекущая за собой перегревание растения.

---

[1] Кроме того, конечно, важно, чтобы углекислота не содержала вредных примесей, присутствие которых объясняет отрицательный результат некоторых авторов при удобрении углекислотой.

Все эти источники света Роденбург применял как дополнение к естественному освещению в течение зимы. Освещение неоновыми лампами дало наилучшие результаты, причем освещение, в большинстве случаев, продолжалось круглые сутки. Только у томата при беспрерывном освещении обнаружились, как и следовало ожидать по работам Артура и Пфейффер, признаки повреждения; на листьях между жилками появились желтые пятна. Не считаясь с фотопериодизмом, автор не мог дать объяснения этому исключению и лишь указал на большое значение состава света и необходимость для удачи световой культуры считаться с особенностями каждого растения.

Труднее всего, по Роденбургу, идет выращивание из семян, так как при этом необходима постройка ассимиляционного аппарата. Кроме того, растения слишком быстро растут и вытягиваются, если не принять особых мер предосторожности. Готовое растение с запасами питательных веществ довольствуется меньшим количеством света. Наименее требовательны в этом отношении луковичные растения. Они дают цветы даже без света. Если при искусственном освещении лампами накаливания они зацветают раньше, то, по мнению автора, вопреки опытам Гиббена, это зависит от повышения температуры. Такое же ускорение можно вызвать непосредственным нагреванием. Добавочный искусственный свет в этом случае вызывает только усиленное образование хлорофилла. Выгонка земляники, так же как и у других авторов, давала хорошие результаты в течение всей зимы. Плоды получались высокого качества.

В следующих работах (1932 и 1937 г.) Роденбург выяснил точнее вопрос об интенсивности и длительности дополнительного освещения. Он при этом различает 2 случая: 1) добавочный свет необходим вследствие недостатка углеводов. В этом случае важно количество света, как произведение интенсивности света на его длительность. Недостаток интенсивности здесь можно возместить длительностью. Точную дозу для всех растений, конечно, дать нельзя, но, например, для огурцов зимой в Скандинавии нужно 6000 люкс-часов, которые могут быть даны в комбинациях: 6 часов ×1000 люкс, 8×750 люкс или 12×500 люкс; 2) добавочный свет необходим для удлинения дня (фотопериод). В этом случае, как это выяснили еще Гарнер и Аллард, открывшие фотопериодизм, интенсивность добавочного света роли не играет и можно применить очень слабый источник света в 20—40 люксов.

В зависимости от того, необходимо ли растению увеличение количества света или увеличение его длительности, дозировка дополнительного освещения должна быть различной. В северных странах зимой светокультура требует добавочного интенсивного света в самые темные месяцы. Здесь слабое освещение допустимо только ранней осенью до 21 сентября и весной с 21 марта. В средних широтах интенсивное освещение требуется зимой только в дни с туманом и сильной облачностью и, наконец, в тропических странах добавочный свет может быть только слабой интенсивности, поскольку там может итти речь об удлинении фотопериода для культуры длиннодневных растений. Исходя из этой схемы, Роденбург объясняет результаты, полученные Витровым и Ричманом (Withrow—Richman 1932—1934) в США, которые нашли, что для культуры зимой многих цветущих растений интенсивность добавочного (ночного) освещения роли не играет, и достаточно очень слабой лампы накаливания — менее 100 люкс. У некоторых особенно чувствительных растений, как например китайская астра (*Callistephus*), фотопериодическое действие обнаруживалось даже при 0,1 футо-свечах, т. е. немногим более 1 люкса. При этом подтвердилась впервые найденная у нас Разумовым еще в 1933 г. особая активность красных лучей.[1] При увеличении интенсивности света фотопериодический эффект почти не изменяется. Особенно интересно, что сырой и сухой вес растения увеличивается от такого минимального освещения в 1,5—2 раза сравнительно с контролем, но при дальнейшем усилении света также почти не меняется. Автор объясняет это косвенным действием ночного дополнительного освещения на ускорение оттока, что, по его мнению, должно усиливать фотосинтез на следующий день. Однако сделанные Тагеевой (1931) в лаборатории Максимова исследования фотосинтеза при различных фотопериодах показали, что фотосинтез от длины дня не зависит. Вероятно слабое дополнительное освещение увеличивало у Витрова сухой вес растения, вследствие усиленного развития листьев как ассимиляционного аппарата, который в течение дня получал и зимой достаточно света для фотосинтеза, так как опыты велись на 40° северной широты, т. е. на широте Закавказья. В связи с этими исследованиями следует упомянуть о работе Портера (Porter, 1934), который применял слабое дополнительное освещение для комнатных растений (бегония, герань, гиацинт, драцена, филодендрон, аспарагус и другие). Он получал положительный эффект при дополнительном освещении растений, стоявших в комнате на различном расстоянии от окна, лампами в 150 ватт с 5 час. 30 мин. дня до 10 час. 30 мин. вечера.

У нас в Союзе опыты светокультуры с дополнительным освещением производились в Москве Н. П. Красинским с сотрудниками. Наиболее определенный положительный результат был получен на цветочных культурах. В серии опытов 1934—35 г. было испытано дополнительное освещение лампами интенсивностью в 300, 500 и 1000 ватт, на расстоянии 0,5 м от верхушки растения (соответственно, 4800, 8000 и 16000 люкс с рефлектором „Универсаль“), в течение 16 часов (от 23 часов до 3 часов). Объектом служили цветочные культуры (цинерария, зимний левкой, гортензия, роза и другие). Лампы были снабжены рефлекторами двух систем — „Универсаль“ с эмалированной арматурой и зеркальные завода „Электросвет“. Зеркальные рефлекторы отражали сильнее, приблизительно в 1,5 раза. Опыты начинались в начале декабря, в конце января и начале марта над растениями с бутонами (цинерария и другие) или без них (левкой, роза). Из результатов следует отметить следующие. Более совершенные зеркальные рефлекторы дают в светокультуре значительно лучший эффект, чем эмалированные. При зеркальных рефлекторах с успехом можно применять 300-ваттные лампы, тогда как с эмалированными необходимо освещение в 500 ватт. Освещение ниже этих величин заметно понижает эффект светокультуры. Наоборот, усиление освещения до 1000 ватт не давало существенной разницы. Следовательно на широте Москвы добавочный свет в цветочных культурах был необходим для питания, но в относительно небольшой степени. Для растений длинного дня — гортензии и цинерарии — он кроме того давал необходимый фотопериод.

Максимальный эффект дополнительное освещение, как и следовало ожидать, дает, если применить его в первые зимние, наиболее темные месяцы, к весне же, с усилением естественного освещения, действие ее ослабевает. Вследствие этого цветочные растения ныне разводимых поздних весенних культур, благодаря светокультуре, могут быть получены значительно раньше и приобретают значение зимних выгоночных культур.

Эффект светокультуры может быть еще значительно увеличен повышенным содержанием углекислоты в воздухе. Здесь следует отметить работы Н. П. Красинского и В. И. Попова в Москве в секторе зеленого строительства Академии коммунального хозяйства зимой 1933/34 г. (Красинский,

---

[1] Витров о работах Разумова ничего не упоминает. У нас вопрос о качестве лучей получил дальнейшее развитие в работе Катунского.

1937). Опыты были произведены, так же как и опыты Гардера, над цветущими растениями в оранжерее; цинерарией, гортензией, розой, осенним левкоем. Свет давался 1000-ваттными лампами на расстоянии 50—75 см от растений. Удобрение углекислотой производилось из баллонов по 2 раза в сутки с таким расчетом, чтобы концентрация ее доходила до 0,2—0,3%. Несмотря на неблагоприятные условия (низкая температура и недостаток электроэнергии), комбинированное действие электросвета и углекислоты ускоряло цветение всех указанных растений в 2—4 раза сравнительно с контролем. В присутствии углекислоты электросвет действовал несомненно сильнее. Так, зацветание наблюдалось через следующие сроки в месяцах:

Названия растений	Контроль	CO_2	Электросвет	Электросвет$+CO_2$
Цинерария с цветочной стрелкой без бутонов	2,5—3 м	То же	2 м	1,5 м
Цинерария без цветочной стрелки	4 м	»	3 м	2 м
Роза	3 м	»	2,5 м	2 м

Кроме ускорения цветения, комбинация света с CO_2 давала цветы более крупные и ароматные. Действие одной углекислоты в условиях зимнего освещения было незначительным.

Таким образом, электросветокультура с удобрением углекислотой несут с собой, по мнению Красинского, полную реконструкцию оранжерейного хозяйства, в частности:

1) смещает сроки выпуска продукции ряда промышленных длительных культур с марта-апреля на ноябрь-декабрь, заполняя, таким образом, зимние месяцы;

2) увеличивает пропускную способность оранжерей в 2—3 раза;

3) резко повышает качество цветочной продукции.

Наконец, следует обратить внимание и на побочные явления, которыми сопровождается светокультура с CO_2. Так уже отмечено, что полезное для растений повышение содержания CO_2 в воздухе действует гибельно на некоторых вредителей, например, на трипс (Артемьев 1937, стр. 32). Подтверждение этого факта очень сильно повысило бы интерес практиков к светокультуре с CO_2[1].

Менее определенный результат дает светокультура овощных растений. Благоприятное действие обнаружено было в опытах Родникова (1929), а затем Красинского и Хайкиной в теплице овощной станции Тимирязевской сельскохозяйственной Академии. Опытными растениями были овощные растения—цветная и кочанная капуста, салат, шпинат, огурцы, томат, морковь. В первой серии опытов (1931—32) применялись 1000-ваттные лампы (одна лампа на 1 м^2 поверхности, при расстоянии от растений на 60—70 см). Досвечивание производилось по 9 часов в сутки, с декабря до середины января. Несмотря на неблагоприятную низкую температуру, получен положительный результат, особенно на образование кочнов у цветной капусты. У этого растения были поставлены опыты с определением ассимиляции, которые ясно показали резкое повышение этого процесса под действием дополнительного освещения. У контрольных экземпляров, в общем, ассимиляция не покрывала расходов на дыхание. Хороший результат дали огурцы, которые зацвели и начали плодоносить на 1 месяц раньше и дали более высокий урожай. Салат при 500-ваттной лампе дал урожай 2—3 кг на 1 м^2. Следует отметить, что процент выпавших от разных болезней растений был гораздо меньший при дополнительном освещении, чем в контроле. Действие углекислоты (0,35—0,6%) было испытано Дороховым при естественном освещении в Институте овощного хозяйства (Красинский, 1937). Урожай огурцов повысился на 75%, фасоли на 26% и томатов на 20%, что дает надежду на повышение урожая и при искусственном свете. Однако экономические условия неблагоприятны для светокультуры овощей. Опыты Королькова под Москвой, в совхозе „Братцево“ и Курбатова с Васильевой на Хортицкой опытной станции (Днепропетровск) выяснили, что в производственных условиях получение зимой готовой продукции с дополнительным освещением вполне возможно, но слишком еще дорого. Например, себестоимость килограмма томат составляет около 5 рублей. Более выгодно дополнительное освещение (500 ватт на 1 м^2, 13 часов в 30 дней) не для получения готовой продукции, а для выращивания рассады длинновегетативных культур (огурцы, томаты). Облученная таким образом рассада, высаженная в грунт, давала плодоношение на 1—1,25 месяца ранее, а кроме того в некоторых случаях и повышение урожая. Дальнейший шаг в этом направлении намечается в опытах В. П. Мальчевского. Рассада облучалась ежедневно всего по 4 часа в течение 25—30 дней. Это давало сокращение вегетационного периода на 10—14% и повышение урожая на 50—100%. Расход на световую энергию может быть уменьшен еще больше, если применять предпосевное облучение семян в течение 6—10 дней. Однако в этом случае мы уже имеем не светокультуру, а яровизацию светом с фотоиндукцией. В том и другом случае наиболее активны оранжево-красные лучи, которыми богат свет полуваттных ламп и особенно неоновых трубок. Это обстоятельство также обещает более выгодное использование искусственного света для овощных культур путем предпосадочного облучения рассады.

---

[1] Гиорт и Красинский указывают, что одно дополнительное освещение уже уменьшает процент заболевающих в оранжерейной культуре растений.

Итоги и выводы

Начиная с шестидесятых годов прошлого столетия для светокультуры были испытаны, в большей или меньшей степени, все источники света, которые давала светотехника со времени применения для этой цели электричества. Другие, не электрические, источники света — керосиновая и газовая лампы применялись только для культур одноклетных и нитчатых водорослей, менее требовательных к свету. Для высших растений эти источники света оказались слишком слабы. Из электрических источников света применялись последовательно, по мере появления их в светотехнике: угольная дуговая лампа, лампа Нернста, ртутная дуга, неоновая лампа и наконец вольфрамовая лампа накаливания, наполненная газом. Закрытая стеклом угольная дуга и лампа Нернста по составу света оказались подходящими для светокультуры, но дальнейшего развития их применение не получило вследствие технических неудобств. Дуга требует постоянной смены углей, а лампа Нернста недолговечна и скоро, вообще, вышла из употребления. Ртутная дуга, вследствие своего линейного спектра, избытка ультрафиолетовых и недостатка красных лучей очень мало применялась и то только в качестве добавочного освещения. Как самостоятельный источник света она совершенно непригодна и чрезвычайно невыгодна. Больше перспектив обнаружила неоновая лампа. По составу света, богатого красными лучами, она особенно благоприятна для фотосинтеза и для увеличения фотопериода. Она почти не дает бесполезных инфракрасных лучей („холодный свет“), более долговечна и потому более выгодна в эксплоатации энергии, чем другие источники света. Наконец, в форме трубок эти лампы дают более равномерное распределение света. Однако недостатки неоновой лампы очень существенны. Свет ее благоприятен по составу, но слишком слаб для фотосинтеза и совершенно лишен синих лучей, необходимых для формативных процессов. Обращение с ними опасно, так как напряжение на электродах доходит до 5000 вольт. Правда, трубки с калящимся катодом позволяют работать при напряжении осветительной сети, но тогда много энергии тратится на тепловое изучение и отпадает их преимущество, как источника „холодного света“. Кроме того, стоимость всей установки с неоновым светом пока еще слишком велика. При расчете 10 м трубок на 1 м^2 стоимость установки достигает 300 рублей на 1 м^2, не считая затрат на арматуру и повысительные трансформаторы. Трубки с калящимся катодом стоят еще дороже. Вследствие этого в производственном масштабе неоновые трубки не применялись и вряд ли будут применяться без существенных изменений.

Наиболее применима, по составу света и по техническим свойствам, широко распространенная в настоящее время вольфрамовая лампа с газом. Но все-таки она имеет еще много существенных недостатков. По составу полной радиации (см. таблицу) она еще сильно отличается от радиации солнца.

	Содержание в процентах полной радиации		
	Солнце по Дорно при высоте 30°	Вольфрамовая лампа на 1000 ватт	То же с водным фильтром
Радиация видимая . . .	40	13,6	52,5
» невидимая . .	60	86,4	47,5

Из приведенной таблицы видно, что радиация солнца при средней высоте 30° содержит 60% темных лучей и около 40% видимых. Радиация вольфрамовой лампы близка к радиации очень низкого (5°) солнца. Она отличается значительным преобладанием темных (инфракрасных) лучей (86% вместо 60%), что представляет главное неудобство этого источника света. Для избежания перегрева им необходима особая мера защиты в виде водяного экрана, поглощающего инфракрасную часть спектра. Наиболее совершенное приспособление для этого предложено Стейнбергом (Steinberg, 1931) в виде стеклянной муфты на лампу, которая заполняется по трубкам током воды. При 3-дюймовом слое воды удавалось снизить темную радиацию ниже 50% (см. таблицу), и световая часть спектра по относительной величине приходящейся на нее энергии приближалась к радиации, отраженной от облаков.

Необходимость особых приспособлений от перегрева и бо́льшое количество бесполезной траты энергии — недостатки полуваттных ламп, с которыми должна бороться светотехника, чтобы этот источник света получил более широкое распространение для светокультуры в производственном масштабе. Правда, в настоящее время выяснилось, что нет надобности стремиться к тем интенсивностям света в 100000—150000 люкс, которые дает летнее полуденное солнце. Светокультура не требует такой интенсивности, так как и в природе растение не все время ею пользуется. Поэтому средняя за вегетацию интенсивность света гораздо меньше указанных величин. Кроме того, польза полного солнечного освещения для культуры, даже светолюбивых растений, некоторыми авторами (Любименко) отрицается или признается несущественной (Шорли) и необходимой только для созревания плодов. Наконец оказалось, что, по Максимову и Роденбургу, интенсивность освещения можно компенсировать в известных пределах у длиннодневных растений его длительностью. В общем, для большинства культур без естественного света принимается достаточной сила света от 4000 до 12000 люкс, при которой еще можно бороться с перегревом. Эти величины все же повидимому ниже тех, которыми светолюбивые растения пользуются при естественном освещении, даже если принимать во внимание все указанные оговорки относительно среднего освещения. Для досвечивания к естественному свету зимой нужно еще меньше — 1000—4000 люкс и, наконец, для выгонки — всего 300—1000 люкс. В южных широтах (40° и меньше) добавочное освещение зимой может снизиться до нескольких десятков и даже единиц люкс. Однако все же задача получения полного развития растения, от семени до семени, при вольфрамовой лампе без естественного освещения решена только в первом приближении. Хотя полное развитие и получено для многих растений, однако, вегетативные органы развивались не вполне нормально. Кроме того, для производства такая культура оказалась слишком дорогой и может применяться только в исключительных случаях, напр. на крайнем севере зимой. Главное ее значение лишь для исследовательских целей. Даже в качестве дополнительного освещения к естественному лампы накаливания рентабельны пока только в цветоводстве, для выращивания же овощей зимой и этот источник слишком дорог. В этом случае искусственный свет пока применим в широком масштабе только для выращивания сверхранней рассады, а не для получения готовой продукции. Дальнейшая работа светотехники для светокультур должна итти в нескольких направлениях: 1) следует удешевить электроэнергию, 2) увеличить в лампах светоотдачу и уменьшить теплоотдачу, 3) наилучше использовать свет рационализацией арматуры, 4) получить свет оптимального состава, который должен быть выяснен физиологией.[1]

Кроме источника света, для светокультуры важен вопрос о правильной дозировке интенсивности и длительности освещения. Здесь выяснилось большое значение учения о светолюбии растений и о фотопериодизме. Каждое растение (вид, биотип, сорт) и даже отдельные органы того же растения имеют более или менее резко выраженный оптимум интенсивности и оптимум суточной длительности освещения. В общем, высшие растения требуют гораздо большей интенсивности света, чем низшие. У водорослей световой минимум спускается до 1/10000 полного солнечного освещения [Дильс (Diels, 1914)], у мхов он поднимается до 1/600—1/300 [Гардер (Harder, 1923), Люндегорд (Lundegård, 1925, стр. 83)], у высших растений он не спускается ниже 1/300. Такое различие в требовательности, вероятно, зависит не столько от систематического положения, как такового, сколько от соотношения между поверхностью и массой тела растений. У микроскопических растений оно гораздо выгоднее, чем у растений крупных размеров, с более или менее мощными тканями. В листе только первый слой (если не считать эпидермиса) получает полную интенсивность падающего света. До ниже лежащих тканей свет всегда доходит уже ослабленным. Поэтому, в среднем, клетки высшего растения пользуются всегда гораздо более низкой интенсивностью, чем интенсивность падающего света. В том же направлении действует и самоотенение растения вследствие задержки света выше сидящими листьями, более близкими к источнику света. Особенно сильно такое затенение при освещении прямыми лучами, которое обычно практикуется при светокультуре. В этом случае растение освещено чрезвычайно неравномерно, что может очень неблагоприятно отражаться на самом растении, вызывая местный перегрев и переосвещение. Поэтому, в дальнейшем, следует стремиться, где это только возможно, давать растению рассеянный свет. Единственным исключением из этого правила может быть прорастание семян южных растений и в особенности созревание плодов, которые при освещении получают не только свет, но и необходимое для них повышенное местное нагревание.

Среди высших растений потребность в свете, как уже указано, очень различна, и с этим чрезвычайно важно считаться при светокультуре. Растения сильно светолюбивые, как растения пустынь, конечно, будут более трудным объектом для светокультуры, чем растения теневыносливые. Кроме того, дозировка света должна быть различной на разных стадиях развития. Судя по исследованиям Комба с естественным светом, освещение должно повышаться от прорастания к созреванию. Возможно, что и состав света при этом также должен изменяться. Только опыты, принимающие во внимание различную требовательность растений к свету в зависимости от вида и от стадии развития, дадут действительно точную характеристику световой потребности растения, необходимую для успешной культуры при искусственном освещении. Особенно важен вопрос об интенсивности света для растений короткого дня, так как у них недостаток интенсивности освещения нельзя возместить его непрерывной деятельностью. Наоборот, у растений с длинным днем, повидимому, можно значительно сэкономить на интенсивности света, так как для получения оптимального фотопериода можно применить свет очень слабый. Вообще, с фотопериодизмом необходимо считаться при светокультуре более, чем это имело место до сих пор. Для дозировки суточной длительности как будто общим правилом является происхождение растения. Чем ближе к экватору родина растения, тем более короткого дня оно требует (Гарнер и Аллард, Любименко, Дорошенко). Однако это правило имеет так много исключений и поправок, что опираться только на него в сколько-нибудь ответственных культурах нельзя и при отсутствии соответствующих указаний необходимо предварительно установить на опыте оптимальную длительность светокультуры.[1]

---

[1] Вопрос о необходимом для культуры растения составе света разрабатывался до сих пор почти исключительно в отношении к естественному освещению. Поэтому он выделен из этого обзора и будет рассмотрен особо.

Существенный вопрос о частичной компенсации интенсивности света повышением содержания углекислоты разрешен в положительном смысле только для цветочных культур, исследованиями Гардера и Красинского. А между тем он имеет очень существенное практическое значение, так как распространение зимней светокультуры для овощных растений задерживается высокою стоимостью электрической энергии, и всякая экономия ее очень желательна.

Дальнейшие исследования должны также выяснить, в какой мере другие факторы, как, например температура, влажность и почвенное питание, могут компенсировать свет. Косвенные указания на возможность такой компенсации интенсивности света имеются в учении о светолюбии (Иванов Л. А. Курс физиологии растений 1935, стр. 261), а в учении о фотопериодизме имеются указания на снижение длительности освещения под влиянием температуры и влажности (Garner и Allard, Journ. Agric. Res. 41, 1930; Gilbert. Bot. Gaz. 81, 1926, Ann. Bot. 40, 1926). Принимая во внимание различное отношение разных растений к этим факторам, следует признать, что в этом направлении предстоит еще большая работа.

Наконец, для успеха культур не следует забывать то особое физиологическое состояние, в котором находятся растения зимой или осенью, когда начинается светокультура. Не выяснено, в какой мере при светокультуре зимой, в период покоя, растение необходимо „разбудить“ одним из применяющихся в настоящее время методов (эфиризацией, теплой ванной, уколом и т. д.). В случае озимых и двулетних растений их, вероятно, необходимо предварительно „яровизировать“, чтобы получить цветение и плодоношение в кратчайший срок.

Подводя общий итог исследованиям по светокультуре, следует признать, что главнейшие результаты по этому вопросу достигнуты за последние 10—15 лет в тесной связи с прогрессом осветительной техники. Однако и физиологии принадлежит существенная роль в этой работе. Явления фотопериодизма и фотопериодической индукции, которые особенно разрабатывались советской физиологией, совершенно изменили постановку светокультуры. Правда, физиологу остается сделать еще гораздо больше, чем до сих пор сделано, но все же, в общем, достижения в этой области огромны. Чтобы их оценить, достаточно вспомнить, что в 1881 г., когда появились первые по светокультуре исследования Сименса, наиболее передовой и оптимистически настроенный К. А. Тимирязев высказался очень скептически относительно практического значения светокультуры. Он считал маловероятным, чтобы даже „за столом богача появились какие-нибудь primeurs (новинки овощей или ягод), выгнанные за несколько недель ранее обыкновенного, при помощи электрического света“. Мы видели, что в настоящее время электрический свет вполне может применяться и уже начинает применяться в практике садоводства для выгонки цветов. У нас в СССР поставлена задача выращивать овощи для стола каждого трудящегося и притом в течение всей зимы. Правда, задача в такой форме еще не решена, но важна самая постановка ее, как очередной хозяйственной проблемы.

---

[1] Списки растений с указанием необходимого для них фотопериода можно найги в работах Любименко (1927), Разумов (1933) и Шик (Schick, 1932); специально относительно сортов наших хлебных злаков — Дорошенко А. В. Тр. Приклад. Бот.,. Т. 17, вып. I, 1927 г. и она же и Разумов, там же т. 22, вып. I, 1929 г.

Литература

Иностранные авторы

Adams J. The effect on certain plants of altering the daily period of light. Ann. Bot. 37. 76—92, 1928. — Adams J. Duration of light and drowth. Там же 38. 509—523, 1924. — Adams J. The effect on tomato, soy bean, and other plants of altering the daily period of light. Amer. Journ. Bot. 11, 229—232, 1924. — Adams J. Some further experiments on the relation of light to growth. Там же 12, 398—412, 1925. — Anonym. Bevordering van den Groei van Planten door Electrische Verlichtung. Holl. Electrotechnick. Nr 22, 1928. — Arthur. Work to date at Boyce Thompson Institute for Plant Research on effect of light on plant growth. Transact. Illuminating Engineering Soc. 19, p. 995, 1924. — Arthur. Artificial climate and plant growth. The Tech. Engineering News. April, 1928.—Arthur. Some effects of radiant energy on plants. Boyce Thompson Institute Prof. Paper, Nr 12, 1929. — Arthur. Red pigment production in apples by means of artificial light sources. Contributions from Boyce Thompson Institute, Vol. 4, Nr 1, p. 1—18, 1932. — Arthur and Guthrie J. D. Some effects of light and carbon dioxide on the growth and flowering of plants, Physical Therapeutics, 76, 130—132, 1928. — Arthur, Guthrie and Nevell. Some effects of artificial climates on the growth and chemical composition of plants. Amer. Journ. of Bot. XVII, p. 416—482, 1930. — Bailey L. R. Some preliminary studies of the influence of the electric arc light upon greenhouse plants. Reports I—III New York Cornell Agr. Exp. Stat. Bull. Nr 30, 1891; Nr 42, 1892; Nr 55, 1893. — Benard A. Influence de la lumière électrique sur la végétation. Rev. gén. Institut agron. Louvain. 325—329, 1908. — Blackman F. F. Optima and limiting factors. Ann. Bot. 19, 281—295, 1905. — Bonnier G. Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes. Rev. gén. bot. 7. 241—257, 289—306, 332—342, 409—419, 1895. — Bos H. Die Anwendung künstlicher Beleuchtung bei der Sortenechtheitsprüfung der Samen im Winter. Angew. Bot. Bd. 6. H. I. S. 25 Januar-Februar, 1929. — Brown. On electric light upon plants. Proc. Roy. Soc. Vol. 70, 1920. — Cheel H. Electric light and vegetation. Australian Naturalist 2, 117, 1912. — Chmelar und Mostowoj. Ist es möglich Wintersommer und Wechselformen von Getreide auch ohne künstliche Belichtung im Laboratorium zu erkennen. Mitteil. d. Tschechoslowakischen Akademie d. Landw. Jahrg. V Nr 1. Praha, 1929. — Combes. Détermination des intensités lumineuses optima pour les végétaux aux divers stades du développement. Ann. sc. nat. Bot. 9 sér., t. XI, 1910. — Coodwin H. Schwedische Versuche mit künstlicher Beleuchtung im Gartenbau. Gartenschönheit 10, 147—149, 1929. — Corbett L. C. A study of the effect of incandescent gaslight upon growth. W. Va. Agric. Exp. Stat Bull. 62, 79—110, 1899.—Crocker W. Contributions from Boyce Thompson Institute for Plant Research. Inc., Vol. 1, Nr 3, January I, 1925.—Dehérain D. P. Influence de la lumière électrique sur le développement des végétaux. Rev. Scient. 2, 209—212, 649—653, 1882. Ann. Agronomiques, 7, 551—575, 1882. Ref. Wollny Forschungen, V, p. 488, 1882. — Delf M., Ritson K. and Westbrook A. The effect on plants of radiations from a quartz mercury vapour lamp. Brit. Journ. Exper. Biol. 5, 138—154, 1927. — Dudgeon E. C. Growing crops and plants by electricity. London. 1911. — Findlay H. Preliminary studies in the response of plants to artificial light. Trans. Ill. Eng. Soc. 19, 318—325, 1924, with additional discussion 19, 326—335, 1924. — Findlay H. Electric light in Greenhouse Culture. Journ. of the Horticultural Society of New York. Vol. IV. N 1, 1924. — Gabrielsen E. K. Untersuchungen über den Kohlenstoffhaushalt einer Gewächshauspflanze im Winter bei Tageslicht und mit electrischer Zusatzbeleuchtung. Planta. Bd. 22, 1934. — Garner W. W. Allard H. A. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. Journ. Agr. Res. 18. 553—606, 1920.— Garner W. W. and Allard H. A. Further studies in photoperiodism, the response of the plant to length of day and night 23. 871—920, 1923. — Gerlach A. Versuche über die Belichtung wachsender Pflanzen während der Nacht. Mitt. d. Kaiser Wilh. Inst. Bromberg 4. 368—373, 1912. — Gerlach A. Künstliches Wachstum der Pflanzen. Ertragssteigerung durch Elektrizität. Deutsch. landw. Presse 51, 460, 1924. — Håål S. och Norinder H. Elektriskt ljus vid drivning i växtus, Tekn.-Tidskr. 56, Elektrotekn. 26—29, 1926. Sveriges Trädgårdsodling, årsbok, 108—116, 1925. Svenskt Land, 11, 239—240. 1927. — Harder R., Keppler E. und Reuss H. Beobachtungen über das Pflanzenwachstum und die Kohlensäureassimilation bei Kohlensüredüngung und nächtlicher Zusatzbeleuchtung. Die Gartenbauwissenschaft, 5. Bd. 5. H. 1931. — Harrington. Growing wheat and barley hybrids in winter by means of artificial light. Scientific. agriculture, Vol. VII, p. 125—130, 1926. — Harvey R. B. Growth of plants in artificial light, I, II. Bot Gaz. 74, 447—451, 1922; 77, 330—334, 1924. — Harvey R. B. Carbonhydrate production and growth in plants under artificial light. Trans. III, Eng. Soc. 19, 311—317, 1924. — Hayden J. L. R. und Steinmetz C. P. Effect of artificial light on growth and ripening of plants. Cen. Electr. Rev. 21, p. 232—236, 1918; Electr. Engin. 21, 189—190, 1918.— Hendricks E. and Harvey R. B. Growth of plants in artificial light. 2. Bot. Gazette, 77, 330—334, 1924.—Herbatschek O. Elektrische Pflanzenbelichtung. Die Lichttechnik, 6. Jahrgang, H. 4, 5, 6, 1929. — Hiorth H. Die Anwendung elektrischer Beleuchtung für Vererbungsversuche mit Pflanzen. Der Züchter, I. Jahrgang 7. H. 3, S. 204, 1929.—Honert van T. H. Carbon Dioxide assimilation and limiting factors. Rec. trav. bot. neerl. 27, p. 149—286, 1930. — Höstermann O. Versuche mit Neonlicht. Ber. d. Königl. Gärtnerlehranstalt Dahlem. 1916/1917, S, 76, 1918.— Höstermann O. Kulturversuche mit eleksrisch. Licht. Gartenflora, Berlin, Jg. 68, S. 151. 1919, Die Gartenwelt, Nr. 8, 9, 10. 1922. — Jaccard P. Que pouvons-nous attendre de l'électroculture? Bull. soc. vaud. Sci. nat. Lausanne, 65, 333—354, 1927. Schweiz Landw. Monatshefte 156—162, 1927. — Jacobi M. Wirkung verschiedener Lichtintensität und Belichtungsdauer auf das Längenwachstum etiolierter Keimlinge. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien, Abt. I, 120, 1001—1031, 1911.— Jacobsen G. Elektrisitetens anvendelse til opvarmning av drivbenker ogdens innflydelse på planteverksten som kungstig lys. Norsk Gartnerforenings Tidsskr. 16, 69—75. 130—133, 1926.—

Jones L. H. Forcing Gladiolus with the aid of artificial light. Massach. Agr. Exp. Sta. Bull. 260. 1930; Bull. 271, 1931. — Johnston E. S. The functions of radiation in the physiology of plants. Some effect of near infra-red radiation on plants. Smiths Miscellan. Collections, 87, Nr 14, 1932. — Jorns M. J. Acetylene light for forcing plants. Cornell Countryman 3. 183—285, 1906. — Klein G. Die Elektrizität im Dienste des Gartenbaues. Festschr. d. Oesterreichisch, Gartenbaugesellsch. Wien. 1927. — Klein G. Die Elektrizität im Dienste des Gartenbaues. Beiträge zur Gartenbaukunde, S. 33. Wien. 1928. — Klein-Herbatschek. Künstliche Belichtung und Beheizung in d. Pflanzenkultur. Verlag Jul. Springer. Wien. 1929. — Laurie A. and Poesch G. H. Photoperiodism: the value of supplementing illumination and reduction of light on flowering plants in the greenhouse. Ohio Agr. Exp. Sta. Bull. 512, 1932. — Lukiesh. Artificial sunlight combining radiation for health with light for vision. New York, p. 254, 1930. — Mangon H. Production de la matière verte des feuilles sous l'influence de la lumière électrique. Compt. rend. d'Acad. Sci. Paris, 53, 243—244, 1861. — Massart J. L'action de la lumière continue sur la structure des feuilles. Acad. Roy. Bull. Sc. (V), 6, 37—43, 1920. — Molen S. Photocultur in Groningen. Elektrotechnick 6. Nr. 17. 1928. — Montpellier J. A. Influence de l'éclairage électrique sur les plantes. Rev. scientifique, 49, 339—342, 1892. — Munerati O. Dal seme al seme in esclusiva luce artificiale. Reale Istit. Veneto di sci. lettere ed arti, t. LXXXIII, 1924. — Oden S. Vaxterna och ljuset. Maddelande frän Kungl. Landtbr. akad. Exp. fälys Trädgårdsavs, n. 24. Stockholm. 1927. — Oden S. Elektrohortikultur in der Schweiz. Beibl. f. Land- und Forstwirtsch. d. Neue Zürich. Zeit. Nr. 21 u. 23— Oden S. Växtodling i Elektriskt Ljus. Maddelande fr. K. Landtbr. akad. Vetenskvpsavd. Nr. 1. Stockholm. 1929. — Pigorini L. Elektrisch licht bij botanische ordenzoekingen en toepassingen. Vertaling uit „L'Illuminaziono" 2de jaargang Nr. 3, p. 17—20. Maart 1929. — Pincusson L. Photobiologie. Leipzig 1930. — Pinkhof M. Invloed van het Neonlicht op de ontwikkeling van planten. Handelingen van het 22 ste Ned. Nat. en geneeskundig congres., p. 155. 1929. — Popp H. W. Summary of literature on some phases of the effect of light on plant growth. Trans. III. Eng. Soc. 19, 981—994, 1924. — Porter Laurence. Light for sight, plan growth and beauty. Geneal Electric Review, vol. 37, Nr 5, 1934. — Priestley J. H. Electricity in relation to horticulture. Journ. Roy. Hort. Soc. London. 37. 15—25 1911. — Priestley and Ewing. Physiological studies in plant-anatomy VI. Etiolation. The new Phytologist XX, p. 30—44 1923. — Priestley and Ewing. Light and growth. I. The effect of brief light exposure upon etiolated plants. Там же Vol. XXIV, Nr 5. 1925. XXV, Nr 3 and 4, 1926. — Priestley and Ewing. Light upon growth. The Naturalist. Febr., Mar., April. 1826. — Purvis Olive Norah. An analysis of the influence of temperature during germination on the subsequent development of certain winter cereals and its relation to the effect of length of day. Annals of Bot. XLVIII, Nr CXCII, p. 917—957. — Ramaley F. A working bibliography of daylength and artificial illumination as affecting growth of seed plants. Univ. Colorado Studies, vol. 20, Nr 2 a. 3, 1933. — Ramaley F. Some caryophyllaceous plants influenced in growth and structure by artificial illumination supplemental to daylight. Bot. Gazette, v. 92, 1931. — Ramaley F. Influence of supplemental light on blooming. Ibid, v. 96, 1936. — Rane F. W. M. Electro-horticulture with the incandescent lamp. West Virginia Agr. Exp. Stat. Bull. Nr 37. 1894. — Rane F. W. M. Effect of acetylene gaslight on plant growth. New Hamp. Agr. Exp. Stat. Techn. Bull. 4. 1902. — Ranke A. V. Kulturversuche mit elektrischem Lichte an der höheren Gärtnerlehranstalt Berlin-Dahlem. Die Gartenwelt. 26. Heft 8—10, 1922.— Reinau E, Praktische Kohlensäuredüngung in Gärtnerei und Landwirtschaft. Berlin. 1927, См. перевод в Электриф. Сельск. Хоз. 1933. № 5. — Rauer. Electro-horticulture. West Virg. Agr. Exp. St. Bull. 37, 1909. — Roodenburg J. W. M. Kunstlichtkultur (mit englischer Zusammenfassung: Cultivation of plants in artificial light). Medegdeelingen van de Landbouwhoogeschool, deel 34. Nr 8, 1930. — Roodenburg J. W. M. Kunstlichtkultur II. Over de noodzakelijke lichtintensiteit bij bestraling van planten en Neonbelichting bij bloemscultures (mit deutscher Zusammenfassung: Die notwendige Lichtintensität bei Pflanzenbestrahlung und Neobeleuchtung von Blumenkulturen). Там же deel 36, Nr. 2, 1932. — Roodenburg J. W. M. Pflanzenbestrahlung mit Neonlicht. Schweizer Elektro-Rundschau, Juli 1933. Sondernummer „Züricher Gartenbau-Ausstellung". — Roodenburg J. W. M. Der Einfluss der Tageslänge im Zusammenhang mit der künstlichen Pflanzenbeleuchtung im Winter. Ber. d. bot. Ges. LV, H. 1, 1937. — Rosé E. Energie assimilatrice chez les plantes cultivées dans différents éclairements. Ann. Sci. Nat. Bot. (IX). 17. 1—110, 1913.— Rowlee W. W. Effect of electric light upon the tissues of leaves. Proc. Soc. Prom. Agric. Sci. 1898. — Schick R. Photoperiodismus (Sammelreferat). Der Züchter, H. 5. 1932. — Schratz E. Einfluss künstlicher Beleuchtung auf höhere Pflanzen Der Züchter, H. 2. 1931. — Schroeder H. Theory and characteristics of Mazda lamps. Gen. Electr. Comp. National Lamp Works, Engineering Dept, Bull. 56, 1929. — Shirley H. L. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. Amer. Journ. Bot. 16, 354—390, 1929. — Siemens C. William. On the influence of Electric Light upon Vegetation and on certain physical principles involved. Proc. Roy. Soc. London 30. 210—219 and 293—295, 1880. Ref. Wollny, Forschungen V. p. 466, 1882. — Sierp R. Über Lichtquellen bei pflanzenphysiologischen Versuchen. Biol. Zentralbl. 38, 221—257, 1918.— Smith F, Om elektrokultur. Beretn. Norges. Landbrukshelskole. Aas. 1918—1919. Ski 1920.— Smith F. Beretning om the aars elektrokulturforsk. Kristiania 1923. — Smith F. Om lysregulering i plantekulturens tjeneste. Havedyrkninges Venner. Medlemsskr. 4. 106—125, 1926. — Smith F. Om plantedyrking i kunstig lys. Aeldre og nyere forsok Regulering av daglaengden m.m. Norsk Gertnerforenings Tidsskr. 9, 87—90, 97—100, 103—143. 251—253, 1926; 18, 1928. — Smith F. Гet kunstige lys i plantekulturens tjeneste. Brochure. Oslo. 1928.— Smith F. Det kunstige lys i plantekulturens tjeneste. Elektrisitetens utnytting i gartneri og havebruk. Oslo. 1928.— Smith F. Forelobige resultater angaaende virkningen av forskjellige kunstige lysslag paa plantene. Norsk Landmandsblad, 47. 186, 1928. — Smith F. Researches on the influence of natural and artificial light on plants. Meld. fra Norges Landsbrukshoiskole. 1933. — Steel. Electric light and vegetation. Nature 106, 694, 1921. — Steinberg R. A. An apparatus for growing plants under controlled

environmental conditions. Journ. of Agricult. Research. Washington. D. C. Vol. 43, Nr 12, 1931.— Thelen. Natürliches und monochromatisches Licht in seiner Bedeutung für die Entwicklung und die Stoffproduktion einiger Kulturpflanzen. Diss. Rostock. 1910. — Tiedjens V. A. Stimulation of plant growth by means of electric lighting. Trans. Ill. Eng. Soc. 19, 1011—1019. 1921. — Tiedjens V. A. Controlling damping off with electric lamps. Science 69, p. 226. — Tinker M. Response of some common garden-plants to the daily period of light. Journ. of the Roy. Hortic. Soc. Vol. LVII, Part II, 1932 — Tiebbes K. u. Uphof J. C. W. Der Einfluss des elektrischen Lichts auf das Pflanzenwachstum. Landw. Jahrbücher 56. 313—326. 1921. — Tolomei. Wirkung von Magnesiumlicht auf die Entwicklung der Pflanzen. Le stazioni speriment. Agr. Italiana. Vol. XVII, p. 377—386. 1893. Ref. Wollny. Forschung XVII, p. 237. 1924. — Truffaut G. Influence de la lumière artificielle sur les plantes supérieures. Jardinage 16. 166—169. 1929. — Truffaut G. et Thurneyssen G. Influence de la lumière artificielle sur la croissance des plantes supérieures. Compt. rend, Acad. Sc. Paris 188. 411—413. Jan. Nr 5, 1929. — Went. Глава XIV „Wachstum“ в книге Kostytschew — Lehrbuch d. Pflanzenphysiologie. II. Berlin. 1931 или на русском языке: Костычев — Физиология растений II. 1933. — Withrow R. B., Greene L. u. Richman, Mildred W. The response of greenhouse crops to electric light supplementing daylight. Purdue University Agr. Exp. Stat. Lafayette, Indiana Bull. Nr. 366, Dec. 1932. — Withrow R. B., u. Richman, Mildred W. Artificial radiation as a means of forcing greenhouse crops. Там же. Bull. 380. April, 1933. — Withrow R. B. Plant forcing with electric lights. Там же. Circular Nr 206. October, 1934. — Withrow R. B. and Benedict. Photoperiodic responses of certain greenhouse annuals as influenced by intensity and wavelength of artificial light etc. Plant Physiology, v. 11. Nr 2. 1936. — Withrow R. B. and Biebel. Photoperiodic response of certain long and short day plants to filtered radiation applied as a supplement to daylight. Plant Physiology 11, Nr 4, 1936. — Zycha. Über den Einfluss des Lichtes auf die Permeabilität von Blattzellen für Salze. Jahrb. f. wiss. Bot. 68, S. 499. 1928.

Русские авторы

Артемьев Н. А. Проблемы энерговоздействия на рост растений. М. 1936. — Баталин А. Ф. О влиянии света на образование формы растения. СПБ. 1872.— Будэко И. А. К вопросу о добавочном освещении в теплицах. Электрифик. Сельск. Хоз. № 5, 1934.—Зеленцов. Световая техника. Л. 1925.— Иванов Л. А. Новые приборы для измерения полной и физиологической радиации. Метеор. Вестник. 1925. — Калинин М. С. Влияние электрического света различного состава на энергию развития озимой пшеницы и томатов. Электриф. Сельск. Хоз. № 11, 1934. — Калинин М. С. Опыт выращивания шпината на электрическом свете разного состава. Там же № 5, 1934. — Катунский В. И. Возможности „полива“ светом как нового приема агротехники. Электриф. Сельск. Хоз. № 3, 1936. — Катунский В. И. О зависимости фотопериодической реакции растений от спектрального состава света. Докл. Ак. Наук, т. XV, № 8, 1937. — Ковалев Н. В. О дополнительном питании углекислотой. Соц. Растениеводство 14, 1935. — Корольков Е. Д. Добавочное электрическое освещение в теплицах для зимней культуры рассады томатов и огурцов. Электриф. Сельск. Хоз. № 5, 1934.— Красинский Н. П. Методы ускоренной выгонки цветочных растений М. 1937. — Кузьменко. Опыты с облучением семян светом разной длины волны. Докл. Ак. Н., т. XIV, № 4, 1937.— Курбатов И. М. и Васильева Т. М. Выращивание овощных культур в зимний период в теплицах с добавочным светом. Электриф. Сельск. Хоз. № 2, 1936. — Любименко В. Н. Содержание хлорофилла в хлорофилльном зерне и энергия фотосинтеза. Труды СПБ. Общ. Естеств. Отд. Бот. 1910. — Любименко В. Н. и Щеглова О. А. О фотопериодической адаптации Жур. Русск. Бот. Общ., т. 12, 1927. — Максимов Н. А. Культура растений на электрическом свете и применение ее для семенного контроля и селекции. Научно-Агроном. Журн. 1925.— Максимов Н. А. Культура растений на искусственном свете. Природа, № 5—6, 1933.— Мальчевский В. П. Доклад на сессии Сельск.-Хоз. Академии им. Ленина. Сборник „Достижения Сов. Селекции“ М. 1937. — Мальчевский В. П. Применение искусственного света для выращивания и ускорения развития растений. Рукопись. 1937. — Михайлова Л. В. Требования томат к световому режиму. Докл. Ак. Н. т., II. № 5, 1936. — Победимова Е. Г. Произвольное изменение циклов развития при электрическом свете. Изв. Бот. Сада. стр. 147—188, 1931. — Разумов В. И. Значение качественного состава света в фотопериодической реакции. Тр. Прикл Бот., сер. III, № 3, 1933. — Рейнау. Техническое применение угольной кислоты в тепличных хозяйствах. Перевод с немецк. Электриф. С. Х. № 5, 1933. — Родников Н. П. Влияние продолжительности дневного периода на развитие огородных растений. Сад и огород. № 3, 1929. — Тимиря-зев К. А. Возможна ли культура при электрическом свете? Сборн. Земледел. и физиол. М. 1920.—Тимирязев К. А. Солнце, жизнь и хлорофилл, М. 1923. — Фаминцын А. С. Действие света на водоросли и некоторые близкие к ним организмы. СПБ. 1866. — Фаминцын А. С. Описание аппарата для исследования действия искусственного света на растения. Труды I Съезда Р. Естеств. и Врачей. СПБ. 1868. — Фольг К. Электрическое освещение при выращивании томатов, Elektrizitätwirthschaft № 6. 1934; перев. в Электриф. С. Х. № 5, 1934.

ТОМ 23 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1938 № 1
TOME 23 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1938 № 1

С. Ю. ЛИПШИЦ

Переписка Августина-Пирама (отца) и Альфонса (сына) Декандоллей с русскими учеными

По материалам архива Московского общества Испытателей Природы

Среди виднейших ученых прошлого века имена обоих Декандоллей не требуют рекомендации. Достаточно посмотреть список их трудов, приведенный Притцелем,[1] чтобы убедиться, какое огромное литературное наследие оставлено в самых различных областях ботаники этими замечательными швейцарскими ботаниками. Имена Декандоллей как при жизни их, так и после смерти, продолжают сиять на ботаническом горизонте неугасимым созвездием. Трудно отделить творчество отца (Августина-Пирама, 1778—1841), от не менее талантливой работы его сына (Альфонса, 1806—1893). Творения обоих взаимно дополняют и переплетают друг друга. Попытаемся конспективно перечислить некоторые наиболее важные труды их, чтобы видеть грандиозную работу, выполненную обоими почти во всех областях ботаники. Особенное внимание Декандоллями уделялось морфологии и систематике растений. На первом месте остается грандиозная попытка свести воедино и описать все известные в то время на земном шаре растения. Это предприятие, все величие и масштабы которого может оценить лишь наше поколение, было начато отцом и успешно продолжено сыном. Оно было осуществлено при участии многих корифеев ботаники и являет нам пример подлинной коллективной работы. Название этого бессмертного творения — „Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, sive Enumeratio contracta ordinum, generum, specierumque plantarum hucusque cognitarum juxta methodi naturalis normas digesta“. Издание заключает 16 томов и длилось с 1824 по 1870 год.

Сама попытка дать исчисление и описание всех высших растений земного шара тесно связана с бурным развитием науки, импульсом которого послужила Французская революция. Многочисленные экспедиции, посланные во многие страны света, до тех пор неизвестные, концентрация огромных научных коллекций в Париже, тогдашнем „центре“ мира, энциклопедия Дидро и Даламбера, работа в конгениальной среде — вот что наложило свой отпечаток на неутомимую деятельность Декандолля-старшего. Его перу принадлежит множество мемуаров и трудов, посвященных различным систематическим группам растений, до него почти совершенно не охваченным научной обработкой. Из них можно упомянуть работы по суккулентам, бобовым, лилейным, сложноцветным, миртовым, зонтичным, валериановым и многим другим. Однако синтезирующий ум Декандолля-старшего не успокаивался на тщательном анализе отдельных групп или семейств растений, а стремился дать общий остов естественной системы растительного мира в целом. Ряд сочинений посвящен этому вопросу, равно как и морфологии (органографии) и физиологии.[2] Независимо от Гете Декандолль развивал учение о метаморфозе растений.

---

[1] Pritzel C. A. Thesaurus literaturae botanicae, Lipsiae 1872, стр. 52—55, №№ 1463—1513.

[2] Из них назовем лишь главнейшие, отсылая интересующихся к упомянутой выше библиографической сводке Притцеля и источникам в ней указанным: 1) „Théorie élémentaire de la botanique, ou exposition des principes de la classification naturelle et de l'art de décrire et d'étudier les végétaux“. 3 издания. Paris 1813, 1819, 1844 последнее издание (посмертное) опубликовано сыном по заметкам и рукописям автора. 2) „Regni vegetabilis systema naturale, sive ordines, genera et species plantarum secundum methodi naturalis normas digestarum et descriptarum“ — 2 том. Paris 1818, 1821. 3) „Organographie végétale ou description raisonnée des organes des plantes“, pour servir de suite et de développement à la théorie élémentaire de la botanique et d'introduction à la physiologie végétale et à la description des familles“. 2 тома, Paris 1827. 4) „Physiologie végétale ou exposition des forces et des fonctions vitales des végétaux, pour servir de suite à l'organographie végétale et d'introduction à la botanique géographique et agricole“. 3 тома, Paris 1832.

Многочисленные поколения ботаников учились по этим сводкам. Агрономическая деятельность и садоводство также не были чужды этому замечательному деятелю на поприще ботаники. В результате объезда с агрономическими и ботаническими целями различных департаментов Франции — Декандолль-отец издает в 1813 г. обширный отчет об этой поездке. Работа в ботанических садах Монпелье и Женевы дает материал для многих других исследований. Так в 1813 г. публикуется каталог сада в Монпелье, в 1819 и 1821 гг.—два отчета по организации Женевского сада, в 1820 г.—каталог плодовых деревьев и виноградных кустарников Женевского ботанического сада, наконец в 1825—26 гг. описывается ряд редких растений Женевского сада. Франция обязана Декандоллю-старшему изданием флоры Франции, выполненным совместно с знаменитым Ламарком. Третье издание этой флоры фактически почти целиком легло на плечи Декандолля. Из мелких статей, отмеченных также печатью исключительной одаренности, нельзя не упомянуть об интереснейшей инструкции по сбору ботанических коллекций (1820), истории женевской ботаники (1830) и опыте ботанической географии (1820). Наконец Альфонсом Декандоллем после смерти отца были изданы воспоминания последнего (1862). Альфонс Декандолль (сын) продолжил работу отца по изданию свода растений всего мира (Prodromus), издал ряд монографий по отдельным семействам растений, не менее классических, чем написанные его отцом (колокольчиковые, аноновые и др.). Однако наиболее известны его замечательные 4 книги, именно: „Введение в изучение ботаники“ (2 тома), изданное в Париже в 1835 г.; „Ботаническая география“ (в 2-х томах), относящаяся к 1855 г., во многом предвосхитившая учение Дарвина; Фитография или искусство описывать растения“ — Париж 1880; „Местопроисхождение возделываемых растений“ (1882 г.). [1]

Альфонс Декандолль интересовался и историей науки и издал в 1873 г специальную работу. [2] В преемственности деятельности отца и сына Декандоллей много общего с блестящей работой отца и сына Сент-Илер (зоологов по специальности).

Слава Декандоллей распространилась далеко за пределы Франции и Швейцарии. Подобно Линнею, группировавшему вокруг себя учеников самых различных национальностей, к Декандоллям в Женеву, как в Мекку, стремились попасть ученые различных стран.

Были завязаны отношения и с дикой в то время Россией, изнывавшей под гнетом крепостного права, ученые которой в большинстве случаев были иностранцы, преимущественно приглашенные из Германии, Однако и двое природных русских — Иван Осипович Шиховский и Николай Степанович Турчанинов, оба ботаники, явились корреспондентами Декандоллей в России. Из них Н. С. Турчанинов, блестящий русский ботаник, автор знаменитой “Байкало-даурской флоры“, усиленно доставлял Декандоллю многочисленные ботанические коллекции и находился с ним в деятельной переписке. И. О. Шиховский после защиты в Дерпте диссертации в 1833 г, ездил на 2 года за границу и посетил Женеву. С момента возвращения на родину и начала своей деятельности в высшей школе, Шиховский задался целью дать ряд образцовых учебников ботаники на русском языке и всячески популяризировать ботанику в косном, малообразованном обществе того времени. Шиховского можно считать создателем прекрасной учебной ботанической литературы на русском языке (как оригинальной, так и переводной), причем необходимо подчеркнуть, что эта, деятельность его незаслуженно забыта и мало оценена. Особенное пристрастие питал Шиховский к Декандоллям, с которыми он познакомился в Женеве. Он перевел на русский язык классическое „Введение к изучению ботаники“ (Москва, 1837 и 1838 гг.) в двух томах с рядом примечаний. Кроме того он перевел еще целый ряд мемуаров Декандолля,[1] которые помещал главным образом в „Ученых Записках Императорского Московского Университета“. Эти переводные статьи ныне совершенно забыты, хотя в свое время они сыграли большую роль для пропаганды ботаники в России.[2]

---

[1] „Introduction à l'étude de la botanique ou traité élémentaire de cette science“, II vol. 1835 Paris.

„Géographie botanique raisonnée ou exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle. II tomes Paris 1855. „La phytographie ou l'art de décrire les végétaux considérés sous différents points de vue“. Paris 1880.

[2] „Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, suivie d'autres études sur les sujets scientifiques, en particulier sur la sélection dans l'espèce humaine“. Genève. 1873.

Печатаемые ниже письма Декандоллей (отца и сына) извлечены из архива Московского общества испытателей природы. Письма, печатаются в оригиналах и в переводах. Перевод с французского выполнен М. А. Брауде, под моей редакцией. Комментарии даны в конце перевода при каждом письме. Незначительные купюры в письмах, не представляющие интереса, отмечены точками ...

№ 1.

Monsieur Got. Fischer
Directeur de la Soc. Imp. d'Agriculture de Moscou.

Monsieur le Directeur

J'ai reçu avec beaucoup de reconnaissance la lettre par laquelle vous avez bien voulu me faire savoir que la réunion de la Société phytographique de Gorenki à celle des naturalistes de Moscou m'avait rendu membre de cette dernière compagnie et que la Société impériale d'agriculture avait bien voulu m'admettre au nombre des siens. Veuillez, Monsieur le Directeur, être mon organe auprès de ces deux honorables associations pour leur témoigner combien je suis flatté d'être compté dans la liste de leurs membres et combien je mets de prix à leurs utiles travaux. Je vous adresse ci-joint pour chacune d'elles quelques mémoires dont je vous prie de vouloir bien leur faire hommage en mon nom que je supplie ces illustres sociétés de vouloir bien agréer avec bonté.

Le Cours de Botanique agricole dont je vous envoie un petit extrait fort peu signifiant est un travail considérable, auquel je me suis livré ces dernières années d'abord comme leçons publiques dans notre Académie et que j'ai l'intention de publier dès que je me trouverai assez libre de devoirs pour pouvoir en achever la rédaction.

Je connais déjà la monographie des Pédiculaires de m-r Steven que vous me dites faire partie du 6-e vol. des Mém. de la Société des naturalistes. C'est un travail fait de main de maître et qui ne manquera de lui faire beaucoup d'honneur. Je ne doute point du grand intérêt qu'aura pour l'Entomologie votre description des insectes inédits de Russie; le nombre doit en être immense et personne mieux que vous ne peut les faire connaître avec exactitude.

Quoique je ne me livre à la zoologie que d'une manière bien accessoire je dois cependant vous dire que je me trouve l'un des administrateurs de notre Musée d'histoire naturelle et que s'il pouvait entrer dans les convenances de votre Musée d'entrer en commerce d'échanges avec notre établissement celui-ci y serait fort disposé; nous pourrions vous fournir en oiseaux, insectes, poissons et minéraux de nos Alpes et nous vous demanderions en échange principalement des animaux et minéraux de l'Empire Russe. Je serais bien charmé si cette correspondance me mettrait à même de conserver quelques relations plus directes avec vous.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur, avec une considération distinguée votre très humble et obéissant serviteur

Genève. 26 févr. 1826. *de Candolle*

---

[1] а. Практическое наставление для делания ботанических собраний. „Ученые записки И. Московского Университета“ 1836, № VI, стр. 24—25.

б. „История Женевской ботаники“. Там же, 1836, № IX (март), стр. 382—423 и X (апрель) стр. 43—92.

в. Общий взгляд на теорию способа прикрепления семян в плоде явнобрачных растений, заключающая замечание доктора И. О. Шиховского по поводу прилагаемого перевода записки знаменитого Декандолля о семенах ананаса. Там же, 1835, № VI, стр. 403—422 + 1 таблица.

[2] О Шиховском и его деятельности см. подробнее в моей статье: Материалы к истории ботаники в России. К биографии профессоров В. М. Черняева и И. О. Шиховского. Печатается в сборнике памяти А. В. Фомина в Киеве.

Перевод

Господину Гот. Фишеру.

Директору Московск. имп. сельскохозяйств. общества

Господин директор!

С чувством большой признательности я получил письмо, в котором Вы меня извещаете, что Фитографическое общество в Горенках слившись с Московским императорским обществом испытателей природы, избрало меня членом этого последнего. Благоволите, господин директор, через Ваше посредство, засвидетельствовать перед этими двумя уважаемыми ассоциациями, сколь я польщен зачислением меня в списки членов этих обществ и сколь высоко я ценю их полезные труды. При сем направляю Вам для каждого из этих обществ несколько статей, которые я прошу Вас принести им в дар от моего имени; прошу эти просвещенные ассоциации принять их с благосклонностью. Курс сельскохозяйственной ботаники, небольшие и незначительные выдержки которого я Вам посылаю, является весьма значительным трудом, которому я себя посвятил эти последние годы; сначала он прочтен в виде публичных лекций в нашей Академии, а впоследствии я имею намерение издать его как только мне удастся настолько освободиться от своих занятий, чтобы иметь возможность закончить его редактирование.

Я уже знаком с монографией г. Стевена о мытниках (*Pedicularis*), которая по Вашему сообщению помещена в 6-м томе „Трудов общества испытателей природы“. Эта работа написана рукой мастера; она не преминет принести ему заслуженное признание. Я не сомневаюсь в большом интересе, который представит для энтомологии Ваше описание неизвестных насекомых России; количество их должно быть огромно и никто лучше Вас не сможет более точно ознакомить с ними.

Хотя мои занятия зоологией имеют для меня лишь побочный интерес, я должен Вам, однако, сказать, что я состою одним из руководителей нашего естественно-исторического Музея, и если для Вашего музея представит интерес завязать сношения по обмену с нашим учреждением, то таковое было бы к этому весьма склонно. Мы могли бы Вам предоставить птиц, насекомых, рыб и минералы наших Альп и попросили бы в обмен главным образом животных и минералы Русской империи. Я был бы весьма рад если бы эта переписка дала мне возможность сохранить с Вами более близкие отношения. Имею честь, милостивый государь, оставаться Вашим покорным слугой. С глубоким почтением *Декандолль*

Женева, 26 февраля 1826 года.

Примечания. Письмо принадлежит Августину-Пираму Декандоллю (отцу), писано гусиным пером, адресовано Г. Фишеру фон Вальдгейму, зоологу, основателю Московского общества испытателей природы. Фишер прибыл в Москву в 1804 г. в качестве профессора Московского университета. „Последующей своей деятельностью и славой, более чем кто-нибудь из приглашенных оправдал свое призвание“ пишет о нем историк Московского университета Шевырев. Развил кипучую деятельность, работая в обществе испытателей природы, Московском физико-медицинском о-ве, профессорствуя в Университете и Медико-хирургической академии, а также во множестве других учреждений. Находился в обширной переписке со многими учеными заграницы и России, воспитал множество зоологов. Круг интересов: зоология (особенно энтомология), сравнительная анатомия и палеонтология. Друг Кювье, Гумбольдта и других корифеев науки. О нем смотри в журнале „Вестник естественных наук“ 1854 г. № 2, 3, 17 и изданный в честь его сборник „Iubilaeum semisaecularem doctoris medicinae et philosophiae Gotthelf Fischer de Waldheim. Mosquae 1847“, стр. 1—12, где приведен список его трудов.

Московское сельскохозяйственное общество основано в 1821 г.; некоторое время Г. Фишер был его директором. Издавало, забытый ныне, весьма любопытный „Земледельческий журнал“.

Фитографическое общество в Горенках было основано при знаменитом ботаническом саде графа А. К. Разумовского, впоследствии слилось с Московским обществом испытателей природы. О Горенках существует обширная литература, главнейшие работы: Фишер Ф. Б. Энциклопед. словарь Плюшара, т. VI, стр. 459; Палибин И. В. Имп. ботанич. сад в Петербурге и его прошлое „Научное обозрение“, 1808 г., № 8. Журнал садоводства, изд. Московск. общ. любит. садоводства, т. VIII, 1859, стр. 123—133; П. Свиньин. Отечеств. записки, ч. 9 СПБ, 1822, № 21, стр. 13—23; В. И. Липский, Истор. очерк СПБ. ботанич. сада, СПБ, 1913, стр. 288 и 294; Козо-Полянский Б. М. Из истории Горенского фитографического об-ва. Изв. бот. сада Петра Великого, 1915, № 1. Донесение о слиянии этих обществ, написанное Г. Фишером, помещено в моей работе в Бюлл. Моск. О-ва исп. природы, секция биологии, 1937, № 2.

Хр. Стевен основатель Никитского ботанического сада, ботаник и энтомолог. Литература о нем приведена в статье О. Ф. Малеевой „Никитский сад при Стевене (1812—1824)“, Записки Госуд. Никитского опытного ботанич. сада, т. XVII, вып. 1, Ялта 1931, стр. 33; тут же список ботанических трудов Хр. Стевена.

№ 2

Monsieur Schykowski, botaniste à Moscou

Monsieur,

Je profite du départ de M-r Diakhonssoff pour vous adresser mes remerciements des brochures que vous avez bien voulu nous envoyer et pour nous rappeler encore à votre souvenir. J'ai appris que vous avez pris la peine de traduire en russe tout ou partie de mon Introduction à l'étude de la botanique. Je ne pourrai malheureusement point juger du mérite de votre travail, non plus que des mémoires originaux que vous publiez dans cette langue, puisque nous ignorons complètement le russe et que, avant de l'apprendre nous aurions tous deux ou trois langues plus anciennement civilisées à connaître. Le faisceau des connaissances humaines va se ramifier par la multiplicité des langues savantes: c'est comme un fleuve majestueux qui jadis ne coulait que dans un seul lit (quand on parlait latin), maintenant déjà dans trois ou quatre et bientôt dans une multitude de canaux.

Il fertilisera plus de terrain sans doute, mais l'eau pourra bien se perdre aussi davantage.

Peut-être avez-vous mis des notes à votre traduction, dans le genre de celle de M-r Bunge? Dans ce cas je vous serais fort obligé de me les faire connaître séparément en français. Elles pourraient me servir pour mes cours ou pour une 2-de édition. Je ne désire pas dans le fait que vous soyez appelé à vous donner cette peine car c'est un genre d'écrit peu satisfaisant que des notes ajoutées à une traduction. Elles obligent à traduire les traductions! Vous recevrez par M-r Fischer de St.-Pétersbourg un mémoire de Wydler sur la fécondation des Scrophularinées et un opuscule de moi où je parle de ce travail pour l'annoncer dans la Bibliothèque universelle. Jusqu'à présent je n'ai pas réussi à voir sous le microscope les observations de Schlejden et Wydler sur la fécondation. J'attends la chaleur de printemps pour recommencer à chercher. Je suis très surpris de la chose en elle-même et de ce qu'ils peuvent l'avoir vue avec les yeux et non avec l'imagination.

Mon père vous adresse ses compliments....[1] Je vous écrit à la hâte et vous prie de recevoir l'assurance de mon sincère attachement.

Genève. 8 déc. 1838.

Alph. de Candolle.

Перевод

Господину Шиховскому — ботанику в Москве

Милостивый государь!

Пользуюсь отъездом господина Дьяконцева, чтобы передать Вам мою благодарность за брошюры, которые Вы соблаговолили нам прислать и напомнить Вам о нас.

Я узнал, что Вы взяли на себя труд перевести на русский язык целиком или частично мое „Введение в изучение ботаники“. Я к сожалению не сумею судить о достоинствах Вашей работы, равно как и о Ваших оригинальных трудах, которые Вы издаете на этом языке, так как мы абсолютно не знакомы с русским языком и прежде чем изучить его всем нам надо будет ознакомиться с двумя или тремя языками, имеющими более древнюю культуру.

---

[1] Пропуск текста, касающегося присылки Бюллетеня Моск. О-ва Испытателей Природы.

В совокупности человеческих знаний появляется все больше ответвлений, благодаря множеству просвещенных языков; это—как величественная река, которая некогда текла лишь в одном русле (когда говорили по-латыни), теперь уже по трем или четырем и вскоре по множеству каналов. Она оплодотворит без сомнения больше пространства, но и больше воды может исчезнуть.

Не поместили ли Вы примечаний к Вашему переводу, вроде тех, которые сделал г-н Бунге? В этом случае я был бы Вам крайне обязан за сообщение их мне отдельно на французском языке. Они могли бы мне послужить для 2-го издания. Действительно я не желал бы, чтобы Вы были вынуждены взять на себя этот труд, так как это мало удовлетворяющий род писания — примечания к переводу. Они заставляют переводить переводы.

Вы получите через г-на Фишера из С.-Петербурга статью Видлера об оплодотворении норичниковых и мою небольшую работу, где я говорю об этой статье, чтобы ознакомить с нею „Универсальную Библиотеку". До настоящего времени мне не удалось подтвердить под микроскопом наблюдений Шлейдена и Видлера над оплодотворением. Я жду весеннего тепла, чтобы возобновить свои исследования. Я весьма удивлен этим явлением самим по себе и тем, что они могли его видеть глазами, а не в воображении.

Мой отец шлет Вам свои приветствия...

Пишу вам наспех и прошу Вас принять уверение в моей искренней привязанности.

Альфонс Декандолль

Женева 8 декабря 1838 г.

Примечания. О И. О. Шиховском см. в введении к публикуемым письмам. Дьяконцев один из членов Моск. о-ва испытателей природы, поехавший за границу, на которого было возложено поручение завязать сношение с иностранными учеными. Оригинальные брошюры Шиховского, по всей вероятности, опубликованные на русском языке статьи „О внеплодниковом прикреплении семян в некоторых естественных семействах" и „О сходстве и существенном отличии семян явнобрачных растений и почек растительных", см. Бюллетень Московского о-ва испытателей природы, 1837, N°.V, стр. 3 — 58 + II таблицы. В этих статьях Шиховский развивает учение о цветке как псевданции. „Введение в учение ботаники" Декандолля действительно было переведено Шиховским в 2 томах и издано в Москве, в 1837—1838 гг. Перевод выполнен превосходно. Немецкий перевод этой же книги был сделан известным дерптским ученым А. Бунге и издан в Лейпциге в 1838 г. с многочисленными дополнениями переводчика.

Ф. Фишер. известный русский ботаник, работавший сначала у графа А. К. Разумовского в его Горенском ботаническом саде, затем перешедший в Петербург директором Ботанического сада. О какой работе Видлера идет речь, — точно трудно сказать; быть может подразумевается „Essai monographique sur le genre *Scrophularia*. 1828." Genève, Barbazet.

№ 3

Monsieur le Dr. de Richter

Monsieur!

Je puis enfin m'occuper de ma correspondance et répondre à votre lettre obligeante du 21 juillet, suivie de beaux cadeaux des plantes de Karelin et Kirilow. Les deux collections que la Société Impériale de Moscou a bien voulu m'adresser ont été de la plus grande utilité pour la rédaction du Prodromus. Vous les verrez citées fréquemment dans cet ouvrage, surtout dans le volume 10 qui s'imprime actuellement.

Je serai très heureux de mériter l'approbation de la Société Impériale et de continuer à figurer sur la liste des savants qu'elle veut bien encourager de ses dons...[1]

... Les détails que vous m'avez donnés sur Kirilow m'ont vivement intéressé. J'en ai parlé dans un article de la Bibliothèque universelle de Genève que je vous prie de déposer sur le bureau de la Société. La date de la mort de ce jeune, très jeune botaniste, paraît coïncider jour pour jour avec celle de la mort de mon père (9 septembre 1841). Singulière coïncidence! d'un jeune homme qui

---

[1] Пропуск, касающийся просьбы о присылке Бюллетеня.

s'élance avec ardeur dans la carrière où il aurait probablement brillé et d'un savant qui a pu consacrer presque un demi-siècle à l'avancement de la Botanique. Leur sort a été aussi opposé que possible: leur zèle, leur expériences, peut-être leurs facultés avaient beaucoup de rapport. Ainsi va le monde... Voici en outre le portrait de mon père que mr. le D-r Renard me dit n'être pas arrivé à sa destination. J'aime mieux que la Société risque d'en avoir deux, que de penser qu'elle ne le possède pas.

Permettez-moi de vous remercier du souvenir que vous voulez bien conserver de votre courte visite à Genève. J'aimerai vous voir de nouveau dans cette partie de l'Europe, mais pour un autre motif que celui de votre santé. Agréez, je vous prie, Monsieur, l'assurance de mon dévouement et de ma considération distinguée.

Genève. 22 Août. 1845. *Alph. de Candolle.*

P. S. Veuillez présenter mes compliments á M-r le Dr Renard.

Перевод
Господину д-ру Рихтеру

Милостивый государь!

Наконец-то я могу заняться своей корреспонденцией и ответить Вам на Ваше любезное письмо от 21 июля, полученное вместе с прекрасными подарками — растений Карелина и Кирилова. Две коллекции, которые Московское императорское общество испытателей природы соблаговолило мне прислать, были в высшей степени полезны для редактирования Продрома. Вы их часто встретите цитированными в этом труде, особенно в 10 томе, который в настоящее время печатается. Я буду весьма рад заслужить одобрение Императорского общества и продолжать числиться в списке ученых, которых оно считает нужным поощрять своими дарами...

Подробности, которые Вы мне сообщили о Кирилове, меня живейшим образом заинтересовали. Я о нем говорил в статье, помещенной в Универсальной библиотеке Женевы, которую прошу Вас передать в распоряжение Общества. Дата смерти этого юного, весьма юного, ботаника кажется совпадает со днем смерти моего отца (9 сентября 1841 г.). Странное совпадение! Юноша, который устремляется с жаром в деятельность, где он вероятно мог бы блистать, и ученый, который смог посвятить почти пол-века развитию ботаники; их судьба была противоположна насколько это только возможно; их усердие, их опыты, может быть их способности — имели много общего Такова жизнь...

Вот кроме того портрет моего отца. Д-р Ренар сообщил мне, что первый не прибыл по назначению; я предпочитаю, чтобы Общество получило два экземпляра, чем предполагать, что оно не имеет ни одного.

Разрешите поблагодарить за память, которую Вы сохранили о Вашем кратком пребывании в Женеве. Мне было бы приятно увидеть Вас вновь в этой части Европы, но по мотивам, не связанным с состоянием Вашего здоровья.

Прошу Вас принять, милостивый государь, уверение в моей преданности и глубоком уважении.

Альф. Декандолль

Женева 22 августа 1845

P. S. Благоволите передать мой привет г-ну доктору Ренару.

Примечания. Д-р Рихтер, секретарь Московского общества испытателей природы, интересовался ботаникой и заведывал рассылкой ботанических коллекций Карелина и Кирилова. Карелин Григорий Силыч и Кирилов Иван Петрович — выдающиеся русские натуралисты и путешественники. О них см. у В. И. Липского „Флора Средней Азии" 1902—1905, стр. 589—795 и отдельное издание „Григорий Силыч Карелин (1801—1872) его жизнь и путешествия. СПб. 1905. Кирилов — ученик Турчанинова, друг и постоянный спутник Карелина в многочисленных путешествиях, а также соавтор его ботанических работ. Обширные ботанические коллекции обоих, собранные в огромных количествах, рассылались Обществом испытателей природы с печатными этикетками по всему миру и немало способствовали славе Общества. Кирилов умер в Арзамасе (очевидно от холеры) по дороге в Москву, всего 21 года от роду. Родился Кирилов в Ялуторовске в 1821 г., умер 11 сен-

тября 1842 г. Ранняя смерть **Кирилова** — огромная потеря для ботаники. Это был исключительно талантливый юноша, преданный ботанике и, несмотря на молодость лет успевший много сделать в этой области.

Д-р **Ренар** — деятель того же Московского общества испытателей природы, потом был его президентом.

№ 4

A Monsieur Charles Renard Genève 26 mai 1858

Conseilleur d'Etat, Secrétaire de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.

Monsieur,

Je profiterai du départ pour la Russie de M-r Masson, fils du libraire éditeur du Prodromus, pour vous remercier de la régularité avec laquelle vous m'envoyez le Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes...[1] On travaille dans ce moment aux deux derniers volumes du Prodromus qui doivent terminer la classe de Dicotyledones, mais l'impression n'en est pas encore commencée.

M-r Masson pourra vous donner les détails sur le mouvement scientifique de Paris, car la maison de son père est une des principales qui s'occupent de sciences. Permettez moi de le recommander à votre bienveillence comme un jeune voyageur qui désire s'instruire et qui serait heureux de profiter de vos conseils pendant son séjour à Moscou.

Vous obligeriez, Monsieur, celui qui a l'honneur d'être votre très dévoué collègue.

Alph. de Candolle

P. S. Nous voyons plus de russes à Genève depuis quelques années mais rarement des personnes s'occupant de sciences. Si l'un de vos amis, savant ou autre, venait de notre côté, veuillez me l'adresser. Je serai charmé de pouvoir lui être agréable. Dans les premiers jours d'août (le 2) la Société helvétique des Sciences naturelles se réunit à Berne.

Перевод

Господину Шарлю Ренару, Секретарю Московского общества испытателей природы

Женева 26 мая 1858

Милостивый государь!

Я пользуюсь отъездом в Россию г-на Массон, сына книгопродавца, — издателя Продромуса, чтобы поблагодарить Вас за регулярную присылку Бюллетеня имп. Общества испытателей природы...

В настоящее время работаю над двумя последними томами Продромуса, которыми должен быть закончен класс двудольных, но печатание их еще не началось.

Г-н Массон сможет Вам сообщить подробности о научной жизни Парижа, так как фирма его отца одна из главных среди тех, которые занимаются естественными науками.

Разрешите мне рекомендовать его Вашему вниманию как молодого путешественника, который желает просветиться и будет счастлив воспользоваться Вашими советами во время своего пребывания в Москве. Вы обяжете, милостивый государь, того, который имеет честь быть весьма преданным Вам коллегой

Альф. Декандолль

P. S. За последние несколько лет мы встречаем больше русских в Женеве, чем раньше, но редко лиц, занимающихся естественными науками. Если кто-либо из Ваших друзей — ученый или кто-либо другой собирается в наши края, благоволите направить его ко мне. Я буду рад быть ему полезным. В первых числах августа (2-го) Швейцарское общество естествоиспытателей собирается в Берне.

---

[1] Пропуск, касающийся получения Бюллетеня.

№ 5

A Monsieur le Dr Renard à Moscou Genève 24 janv. 1853

Monsieur,

J'ai remis au libraire Georg, de notre ville, un petit paquet pour la Société impériale des naturalistes et pour vous, contenant trois opuscules de moi: Etude sur l'espèce in 8°; Rapport sur les travaux de la Société de physique et d'hist. nat. de Genève in 4°; (Article sur) la Flora tertiaria helvetica de Mr. Heer in 8°. J'y ai ajouté deux photographies de moi, l'une pour la Société, l'autre pour vous, conformément à votre demande et les photographies de M. M. Pictet (F.-J.) et H. de Saussure, également double, de la part de ces messieurs.

Ces objets devant passer par les libraires de Leipzig seront quelque temps en chemin...[1]

Agréez, je vous prie, Monsieur, l'assurance de ma considération très distinguée.

Alph. de Candolle

Перевод

Господину д-ру Ренару в Москве

Женева 24 января 1863

Милостивый государь,

Я передал книгопродавцу Георгу, из нашего города, небольшой пакет для Императорского Общества испытателей природы и для Вас, содержащий 3 моих небольших работы: исследование о виде, отчет о работах Физического и естественно-исторического общества в Женеве, статью „Третичная флора Швейцарии“ г-на Геера.

Я присоединил 2 своих фотографии, одну для Общества, другую для Вас, согласно Вашей просьбе, и фотографии Пиктэ и де Соссюра в двух экземплярах от имени этих господ. Эти предметы должны пройти через лейпцигских книгопродавцев и будут несколько времени в пути...

Прошу Вас принять, Милостивый государь, уверение в моем чрезвычайном уважении

Альф. Декандолль

№ 6

Genève 26 nov. 1877

Monsieur le Docteur,

La Société Impériale des Naturalistes de Moscou a la bonté de m'envoyer régulièrement son Bulletin et j'en suis très reconnaissant...

Permettez-moi de vous demander de jeter un coup d'oeil sur la note ci-jointe dans laquelle j'ai relevé ce que je connais de l'Herbier de la Société. Peut-être aurez-vous l'obligeance d'ajouter les indications nombreuses peut-être, que je ne puis avoir autrement? Mon but est de publier une liste des botanistes descripteurs et des principaux collecteurs avec l'indication de l'endroit où se trouvent leurs plantes. C'est un renseignement dont on a souvent besoin.

Vous obligeriez beaucoup, Monsieur le Docteur, celui qui a l'avantage d'être votre très dévoué collègue

Alph. de Candolle
à Genève (Suisse).

Перевод

Женева 26 ноября 1877

Господин Доктор,

Моск. Императорское Общество испытателей природы оказывает мне любезность, посылая мне регулярно свой Бюллетень, за что я ему чрезвычайно признателен...

---

[1] Пропуск, касающийся высылки Продрома и уведомления о получении 1 и 4 вып. Бюллетеня.

Разрешите мне попросить Вас просмотреть при сем прилагаемое сообщение, в котором я отметил все известное мне из Гербария Общества. Не будете ли Вы любезны прибавить указания, может быть многочисленные, которых я не мог получить иным путем.. Моя цель издать список ботаников-описателей и главных коллекционеров с указанием местонахождения их растений. Это — сведения, к которым часто приходится обращаться.

Вы много обяжете, Милостивый Государь, того, кто имеет удовольствие быть Вашим весьма преданным Вам коллегой

Альф. Декандолль

Женева (Швейцария).

Примечание. Намерение издать список коллекторов растений, с указанием, где эти коллекции хранятся, Декандолль осуществил в своей „Фитографии". К этой работе приложен на стр. 383—462 обширный список коллекторов и коллекций с указанием места их хранения, к которому постоянно обращаются ботаники.

РЕФЕРАТЫ

William Pearsall and **Merwanyi Billimoria**. Losses of Nitrogen from Green Plants. The Biochemical Journal, Vol. XXXI, № 10, p. 1743. October 1937.

(Вильям Пирсолл и Мервани Биллимориа. Потеря азота зелеными растениями).

Мы привыкли считать одной из самых разительных антитез растительного и животного мира в корне различное отношение животных и растений к имеющимся в них запасам азота. Действительно, в то время как животные чрезвычайно непроизводительно тратят свои запасы азота, выводя их вместе с мочой за пределы организма, растения откладывают запасы аммиачного азота в форме аспарагина, от которого он может быть легко отщеплен и вновь пущен на процессы воссоздания азотистых соединений. Сохранение азота — признак растения.

Бесхлорофилльные грибы обычно не выбрасывают азота, а сохраняют последний в виде мочевины. Уже в силу одного этого, с точки зрения биохимии обмена веществ, грибы должны быть причислены к несомненным растениям. Идея сохранения азота растениями является одной из основных идей физиологии растений со времен Буссенго (Boussingault. Compt. rend. 58, 817. 1864) до настоящего времени (Н. Н. Иванов. О способах образования аспарагина и мочевины у растений. Сборн. памяти И. П. Бородина, стр. 54, 1927; С. П. Костычев. Физиология растений, т. I).

В силу этого реферируемая ниже работа, указывающая на потерю азота зелеными растительными организмами, заслуживает самого серьезного внимания.

Авторы изучали баланс азота чистых культур зеленой водоросли *Chlorella vulgaris* и листьев *Narcissus pseudonarcissus* („Daffodil", желтый нарцисс). Водоросли *Chlorella* засевались на питательную среду с определенным содержанием неорганического азота и затем, по ликвидации опыта, определялся как азот в самих растениях, так и остаточный азот в окружающей среде. Опыты велись на стерильных средах вне бактериальных заражений. Оказалось, что потери азота на различных источниках минерального азота нормально малы, и лишь употребление, в качестве источника азота, $NaNO_3$, дало разительные результаты.

В данном случае культуры водорослей выращивались в темноте и на свету при t° = 23°. Культуры, содержимые при освещении, были сняты на 11-й день с постановки опыта, культуры, стоявшие в темноте, — на 28-й день. Вес „световых" культур составлял 151 мг, „затененных" 141 мг. Баланс азота, полученный авторами, мы приводим в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

Потери азота в культурах *Chlorella* в мг

	Исходное количество N	N в среде		N в клетках	Потеряно N
		общий N	нитратный N		
Культура на свету	13,0	8,12	7,67	4,07	0,81
Культура в темноте	13,0	1,15	0,62	3,40	8,45

Потери азота в темноте очевидны и велики ($^2/_3$ всего исходного количества). Экспериментальная ошибка не превышала 0,2 мг. Эти результаты были подтверждены также и определениями общего азота, оставшегося к окончанию опыта в среде + культура без их разделения.

Более быстрая потеря азота в темноте является очевидной, если мы даже примем во внимание разное время произрастания культур и сравним частные от деления общих потерь азота для каждой культуры на число дней ее роста. Величина частного для освещенных культур равняется 0.074 (0.81 : 11) и для затененных 0.301 (8.45 : 28). Авторы отмечают также факт менее быстрого превращения нитратного азота в другие формы азота на свету, чем в темноте. Потеря больших количеств азота водорослью *Chlorella* замечается лишь при применении в качестве источника азота $NaNO_3$ и может объясняться, по мнению авторов, свойствами иона Na, влияющего на проницаемость клетки. При опытах с нарциссом употреблялась питательная среда, состоявшая из 3% раствора глюкозы, 0,2% раствора NH_4NO_3 и фосфатного буфера, поддерживающего pH среды равным 5,4.

Опытные колбы стандартных размеров освещались лампой в 100 W. Во всех опытах особое внимание обращалось на отсутствие бактериального загрязнения, причем микроскопическая проверка обнаруживала отсутствие микроскопической инфекции за 6—7 суток опыта. В каждый эксперимент ставилось по 12 приблизительно равных листьев. Каждый из листьев делился на 4 части (segments) по длине от базального до апекального конца. В каждую серию опытов шли все 4 секции листьев, погруженные в особые колбы. Здесь так же, как и в работе с *Chlorella* проводился учет первоначального и окончательного количества азота. Однако работа усложнилась тем, что вводимые кусочки листьев содержали собственное первоначальное количество азота. Для учета этого количества автор прибег к методу, подобному „методу половинок“ Сакса, разделяя перед опытом каждую листовую секцию продольно пополам и определяя в этих половинках азот, перечисляемый затем на первоначальный сырой вес.

Опыты, поставленные согласно описанной методике, на средах, содержащих лишь органический азот в виде мочевины, аспарагина и аланина, показали полное отсутствие потерь азота, опыты же на NH_4NO_3 дали совсем иную картину. Ниже мы приводим таблицу (табл. 2) где даны соотношения усвоенного и потерянного азота на 10 г ткани растения.

ТАБЛИЦА 2

Усвоение и потеря N в листьях нарцисса

Участок листа	Опыт 1. Молодые листья				Опыт 2. Старые листья			
	В темноте		На свету		В темноте		На свету	
	усвоение N	потеря N	усвоение N	потеря N	усвоение N	потеря N	усвоение N	потеря N
1. Базальный[1] . .	9.76	2.91	14.48	3.54	10.74	6.0	12.07	5.38
2. Средний . . .	9.25	3,57	18.93	4.03	13.01	8,12	20.88	4.45
3. Средний . . .	14.99	4.97	28.42	12.52	14.63	13.10	27.43	14.01
4. Апекальный . .	16.24	8.27	33.15	24.40	12,16	21.13	29.44	27.47

Эти результаты показывают громадные потери азота, в особенности у освещенных растений, что несомненно находится в связи и с бо̀льшим относительным поглощением азота, наблюдаемым в данном случае. Авторы получили 12 серий опытов со сходными результатами в дальнейшем ими были поставлены опыты с добавлением иных азотсодержащих солей результаты опытов приводим в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3

Усвоение и потеря N в листьях нарцисса на разных источниках N в мг на 10 г ткани растения (в темноте)

Участок листа	Источники азота					
	KNO_3		NH_4Cl		Аммоний-тартрат	
	усвоено	потеряно	усвоено	потеряно	усвоено	потеряно
1. Базальный . .	13.51	3.54	12.08	6.80	13.16	5.23
2. Средний . . .	8.23	2.68	10.94	5.63	7.04	1.51
3. Средний . . .	9.53	3.75	13.98	5.88	14.31	5.27
4. Апекальный . .	12.92	8.02	16.68	13.31	21.79	11.55

И в этом случае потери азота велики и связаны с величиной общего усвоения азота. Серии опытов с органическими источниками азота вновь дали отрицательный результат. Нет причин приписывать полученные данные бактериальным инфекциям, так как во всех случаях, когда из среды вынималась помещенная в нее ткань, потери азота совершенно прекращались. В дальнейшем авторы, на основании ряда рассуждений, приходят к следующему построению объяснения результатов опытов.

---

[1] Авторы делят лист на 4 части: 1, 2, 3 и 4. Первую они называют базальной, четвертую — апекальной, вторую и третью — средними. *М. Г.*

Поскольку потери азота происходят лишь на средах, содержащих неорганический азот, объяснение явления должно включать стадии превращения неорганического азота. Такими естественными для растения стадиями являются редукции нитратов через нитриты до аммиачных форм азота:

$$HNO_3 \rightleftarrows HNO_2 \rightleftarrows NH_3$$

Но присутствие азотистой кислоты в тканях, содержащих моноамины, естественно может привести к тривиальной, хорошо известной в органической химии и аналитической практике (метод Ван-Слайка) потере азота:

$$HNO_2 + RCHNH_2\ COOH \rightarrow N_2 + H_2O + RCHOHCOOH,$$

оторой и может быть объяснен процесс, наблюдаемый авторами. При этом должны деградиовать равные количества амминного и нитритного азота. В подтверждение данной схемы авторы приводят ряд косвенных доказательств, за которыми нужно обратиться к подлиннику работы.

К одному из таких доказательств относится указание на факт более сильной потери зота у более старых образцов листьев (см. табл. 2, в особенности на свету), склонных к процессам протеинового гидролиза, т. е. таких, в которых мы можем ожидать повышенные количества азота,

Не все в реферируемой работе закончено и хорошо объяснимо, но работа ставит в порядок дня вопрос исключительной важности, вопрос, который должен быть решен ближайшими исследованиями. Простота поставленных экспериментов подкупает, хотя необходимо помнить, что последние поставлены лишь в водных культурах. Однако сделана важная и смелая заявка: растение теряет азот; эта заявка не должна пройти мимо внимания не только специалистов по растительной биохимии, но и ботаников в самом широком смысле слова.

[М. Гудлет

Всесоюзный Институт Витаминов
Ленинград.

Melvin Brannon. Algae and growth substance. Science, vol. 86 Nr 2233, p. 353, October 1937.

(Мелвин Бреннон. Водоросли и „ростовые вещества").

„Рост" является одним из основных признаков жизни, в значительной мере заполняя биологическое определение ее содержания. Вот почему вопросы, связанные с феноменом роста, относятся к числу центральных биологических проблем. Со времени недавнего открытия Кэглем „ауксина", совершенно определенного химического вещества, являющегося главным естественным регулятором роста и развития растений, настоящим растительным гормоном, вышло очень большое количество исследований, посвященных изучению сущности и механизма регуляций подобного типа. Выяснилось, что кроме ауксина, способностью к стимуляции роста растений в той или иной мере обладает ряд химических соединений, среди которых (кроме так называемого гетероауксина) наиболее активными являются фенилуксусная, нафталинуксусная, индолилмасляная и индолилпропионовая кислоты; с этими кислотами в настоящее время и ставится большое количество экспериментов по гормональной регуляции роста растений, чрезвычайно широко развитых в опытах над высшими растениями. Однако в опытах с высшими растениями исследователь сталкивается с серьезными экспериментальными трудностями, связанными с дозировкой вводимого вещества, способом его введения, маскирующим влиянием соседних клеток на изучаемый участок ткани и т. п. Реферируемая работа (несмотря на то, что она является предварительным сообщением) заслуживает быть отмеченной, так как она проведена на материале, — одноклеточных водорослях — исключающем ряд затруднений, встречающихся при работе с высшими растениями.

Автор работал по воздействию факторов роста на *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa* и *Oocystis* sp. Из множества испытанных сред, примененных для культуры этих водорослей, наиболее оптимальной оказалась среда следующего состава:

$$\left.\begin{array}{r} KNO_3 - 1\ \text{г} \\ CaSO_4 - 0{,}5\ \text{г} \\ MgSO_4 - 0{,}5\ \text{г} \\ FeHPO_4 - 0{,}10\ \text{г} \\ Ca_3(PO_4)_2 - 0{,}25\ \text{г} \end{array}\right\}\ \text{на 1 л воды}$$

Для нормального развития культуры чрезвычайно важно сохранять постоянное pH в пределах от 5,6 до 6,5.

На культуры названных водорослей было испытано действие следующих веществ: α нафталинуксусной, индол 3 уксусной, индол 3 пропионовой, фенилуксусной в концентрациях от $^1/_{10\,000}$ до $^1/_{300\,000}$.

Концентрации всех 4 веществ от $^1/_{10\,000}$ до $^1/_{50\,000}$ оказались летальными для всех 3 культур водорослей. Концентрации от $^1/_{100\,000}$ до $^1/_{3\,000\,000}$ дали положительный эффект по сравнению с контролем, особенно ясно сказавшийся для

Chlorella vulgaris за 60—72 часа
„ *pyrenoidosa* за 96—120 часов и
Oocystis sp. за 150—170 часов.

При этом во всех случаях можно было отметить не только ускорение размножения, но и увеличение размеров клеток, т. е. стимуляцию роста в самом широком смысле слова. Несомненно, что применение культур одноклеточных водорослей, культур, поддающихся к тому же выделению из одной клетки, является при подобных работах чрезвычайно желательным. Особенно благоприятных результатов нужно ожидать в области применения таких культур для быстрого выявления новых „факторов роста“, а также в качестве теста для различных сравнительных испытаний.

М. Гудлет

Всесоюзный Институт Витаминов
Ленинград.

Lucy Boyd and **George S. Avery.** Grass seedling anatomy: the first internode of *Avena* and *Triticum*. The Botanical Gazette, 1936, 47, 765—779.

(Люси Бойд и Дж. С. Эвери. Анатомия проростков злаков: первое междоузлие овса и пшеницы).

Причина, побудившая авторов предпринять исследование над проростками овса и пшеницы, — двоякого характера. Широко развернувшееся применение проростков овса, именно колеоптиле (перышка) их, для количественных исследований над гормонами, приводит к потребности выяснить более точно соотношение между сосудистой системой семядоли и колеоптиле и сосудистой системой оси проростка. Движение гормонов или их предшественников от семядоли (щитка) по направлению к оси проростка и дальше — в колеоптиле, зависит от расположения и степени развития проводящих сосудистых путей в той же мере, как и продвижение воды от корней проростка к семядоле, колеоптиле и прочим листовым органам. Это — с одной стороны.

С другой стороны авторы решили пересмотреть взаимоотношение проводящих путей всех органов проростков овса и пшеницы в связи с тем, что некоторые исследователи считают эпибласт зародыша злаков за вторую семядолю. Если эпибласт является семядолей, то морфологически злаки, у которых развивается эпибласт, должны быть отнесены к двудольным растениям. Столь важный в области систематики вывод относительно положения злаков несомненно должен базироваться на тщательно проверенных фактами морфологических построениях.

Из хорошо известной морфологии зародыша и проростка, как *Avena* так и *Triticum*, следует лишь отметить, что у некоторых родов злаков, как например, и у *Avena*, на щитке бывает различим вырост, который одним из авторов назван „брюшной чешуйкой (ventral scale)“. Это — небольшая изогнутая складка, распространяющаяся от верхушки щитка вниз и частично охватывающая базальную часть оси (стебля) зародыша. Брюшная чешуйка наиболее заметна у тех родов злаков, которые обладают и эпибластом. Последний представляет собой паренхиматозное, лишенное сосудистой системы, образование, расположенное на оси зародыша противуположно щитку. Брюшная чешуйка и эпибласт могут быть совместно рассматриваемы, как лигуля (ligula) семядоли — щитка. На уровне прикрепления щитка к оси зародыша намечается первый или семядольный узел растения.

Колеоптиле, облегающее листья зародыша, рассматривается как первый лист растения, расположенный за семядолью, и место его причленения к стебяевой оси является районом колеоптилярного узла. Колеоптиле отличается от выше его расположенных „настоящих“ листьев отсутствием диференциации на влагалище и пластинку, а также наличием лишь двух жилок, расположенных по обеим сторонам органа. Что колеоптиле может быть причислено к листовым органам, указывает отношение сосудистой системы его к сосудистой системе стеблевой оси. Так как колеоптиле является вторым листом растения (семядоля — первый), то уровень прикрепления его к оси образует верхнюю границу первого междоузлия. Колеоптилярный узел — второй узел растения. Нижняя граница первого междоузлия, семядольный узел растения, примыкает к переходной зоне (transition plate), где проводящая система корня переходит в проводящую систему стебля.

У *Triticum* длина стеблевой оси в пределах первого междоузлия исключительно незначительна, наоборот, у *Avena* часть стеблевой оси, расположенная между местами прикрепления семядоли и колеоптиле, есть главный участок вытягивания проростка в начальных стадиях прорастания растения. Вследствие энергичного разрастания первого междоузлия у *Avena* второй и следующие за ним узлы выносятся на поверхность почвы.

Авторы подробно изучили ход пучков и взаимное причленение их в проростках *Triticum vulgare* и *Avena sativa*, изобразив результаты исследования на прекрасных рисунках (реконструкциях). На последних показано отношение сосудистой системы семядоли к системе стеблевой оси, клеоптиле и настоящих листьев. Авторы утверждают, что участок стеблевой оси, который они называют первым междоузлием проростка злака, есть действительно обыкновенное междоузлие, а не особое образование (мезокотиль, гипокотиль, вытянутый узел и т. п.) других исследователей. Сосудистый пучок семядоли соединяется с пучками колеоптиле в том месте, где происходит присоединение семядольного пучка к системе пучков стеблевой оси (stele). Продукт слияния этих пучков спускается до места, где осуществляется переход сосудистой системы стебля в сосудистую систему корня (transition plate). То же самое можно наблюдать и у других однодольных, проростки которых обладают такой же анатомией первого междоузлия.

Вообще же взаимоотношение между листьями и осью у проростков однодольных растений затемняется господствованием их семядоли, В онтогении растения пучок (или пучки) семядоли диференцируются, когда стебель еще сравнительно эмбрионален. В онтогении более высоко расположенных листьев тяжи зачатков будущих наиболее крупных пучков (provascular strands) также диференцируются прежде, чем происходит соединение их с сосудистыми пучками стебля.

Гипокотиль, как часть осевого органа, расположенная между узлом семядоли и верхней границей причленения первичных корней, у злаков настолько короткий, что практически его почти не существует. Мезокотиль, термин, предполагающий, что первое междоузлие есть часть семядоли, по мнению авторов, должен быть удален из литературы.

Так как эпибласт не может быть рассматриваем, как вторая семядоля, то и злаки с хорошо выраженным эпибластом не должны быть относимы к двудольным растениям. Двудольность таких злаков являлась бы аномалией среди однодольных растений. Этого нет: проростки злаков находятся в полной морфологической гармонии с прочими однодольными растениями.

В. Александров (г. Пушкин, ВИР)

F. M. Scott. Differentiation of the spiral vessels is *Ricinus communis*. The Botanical Gazette, 1937, 99, 69—79.

(Флора М. Скотт. Развитие спиральных сосудов клещевины).

Автор производил свое исследование в Калифорнийском университете (г. Лос Анжелос). В Калифорнии клещевина — многолетнее растение, образующее куст 6—8 футов высоты, растущее под открытым небом в течение целого года.

Помимо продольных срезов, которые не должны быть слишком тонкими, дабы не выпадало содержимое развивающихся спиральных сосудов (30—50 μ), автор пользовался еще материалом, мацерированным в 5% хромовой кислоте. Срезы производились в верхней части побега, включая точку роста. Начиная с базальной части 4-го листового зачатка, следуя на некоторое расстояние вниз по стеблю, можно найти все стадии развития спиральных сосудов. Первыми ксилемными элементами являются мелкие одноядерные трахеиды со спиральными утолщениями — многоядерные сосуды. Диференциация ксилемы начинается в прокамбиальных тяжах, как только последние появляются в меристеме верхушки стебля. Некоторые клетки прокамбиальных тяжей заметно удлиняются и становятся шире, в них быстро намечаются спиральные утолщения, которые так же быстро одревесневают. Среди образовавшихся таким путем одноядерных трахеид, расположенных в зоне интенсивного роста стебля, книзу начинают встречаться двухядерные элементы (ценоциты), а в 4—5 молодых междоузлиях — трех- и четырехядерные. Конечная стадия развития спиральных сосудов достигается в районе 7—8-го междоузлий верхней части стебля. Здесь встречаются наиболее длинные элементы (ценоциты) со спиральными утолщениями и наибольшим количеством ядер. Наибольшая длина ценоцитов, отмечаемая автором, равна 2565 μ, с 23 ядрами, из которых 18 ядер сферической формы и 5—эллиптических. Часто ядра одной и той же величины встречаются парами, что указывает на недавно происшедшее деление ядер.

Отличительной чертой ядер спиральных сосудов является увеличение их объема. Типичное ядро прокамбиальных клеток молодых междоузлий имеет в среднем 4 μ в диаметре и 33 μ^3 в объеме. Некоторые из больших ядер ценоцитов в 7-м междоузлии того же самого побега, эллиптической формы имеют размеры 40×10 μ и объем 8373 μ^3, т. е. в 253 раза больше, чем ядра промкамбиальных клеток. В фиксированном материале хорошо видна сетчатая структура больших ядер, указывающая на их покоющееся состояние.

Ядрышки в ядрах присутствуют постоянно по одному, по два и в большем количестве. В ядрышках видна центрально расположенная вакуоля, неясной консистенции.

Протоплазма ценоцитов сильно вакуолизирована. Вакуоли различной величины. Встречаются в обильных количествах хондриозомы и гранулы и небольшое количество крахмальных зерен. Есть некоторое количество сахара. Но какого-либо порядка или правильности в расположении вакуолей и хондриозом автор не замечал.

Итак, несмотря на одревеснение, в спиральных сосудистых элементах верхушки стебля клещевины видимого разрушения живого протопласта не наблюдается. Протоплазма и ядра вполне развитых спиральных сосудов остаются вполне различимыми. Спиральные утолщения, как правило появляются очень быстро и так же быстро одревесневают. Промежуточных стадий в одревеснении уловить нельзя.

Следует указать, что еще в 1920 г. Костычевым было указано на мгновенность наступления одревеснения, а автором этого реферата, совместно с К. Ю. Абесадзе, на присутствие ядер в сосудах клещевины в 1926 г. И то и другое наблюдения были опубликованы и на страницах журнала Русского ботанического общества (ЖРБО) и в немецких ботанических журналах. Так, на стр. 300 ЖРБО, т. 11, Александров и Абесадзе пишут: „Вполне возможно, что, применяя тщательную методику Е. Шмидта, выработанную им при работе над ситовидными трубками, и в сосудах при некоторых обстоятельствах будут найдены ядра. Наблюдения, произведенные в физиологической лаборатории над корнями *Ricinus communis*, подтверждают наше предположение. Иногда в широких сосудах корней этого растения бывают ясно различимы ядра и живое содержимое". Эта работа опубликована также в Planta, 1927, B. 3, H. 1, 77—89.

Однако никакого указания на работы Костычева и Александрова мы в статье Скотт не видим.

В. Александров (г. Пушкин, ВИР)

Отв. редактор *В. Л. Комаров* Техн. редактор *И. М. Фролов*

Сдано в набор 20/I 1938 г. Подписано к печати 29/III 1938 г.
Леноблгорлит № 1487. Тираж 2950. Печ. л. $4^3/_4$+1 вклейка. У. авт. л. 9,37.
Ленбиомедгиз № 8/л. Бум. 70×108. Заказ № 287.

Типография „Коминтерн". Ленинград, Красная ул., 1.

КОГИЗ **„ТЕХКНИГА"**

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ

ДЖОНС, У. Растительные химеры и прививочные гибриды. Перевод и примечания Т. Авсеевой. Биомедгиз. 1936. Стр. 180. Ц. в пер. 2 р. 40 к.

КИЗЕЛЬ, А. Практическое руководство по биохимии растений. Биомедгиз. 1934. Стр. 301. Ц. 5 р. 50 к.

Продажа во всех магазинах КОГИЗ'а. С почтовыми заказами обращаться в „Книга—почтой" областного (краевого) отделения КОГИЗ'а, а также по адресу: Москва, Кузнецкий мост, 4, 47-й магазин МОГИЗ'а. Почтовые заказы выполняются наложенным платежом без задатка.